

TUGAS AKHIR - MN141581

DESAIN *ACCOMMODATION BARGE* SEBAGAI SARANA PENUNJANG KEGIATAN *OFFSHORE* DAERAH PANGKAH GRESIK

FAROUK ADITYA RAHMAN
NRP. 4110 100 002

Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2014



FINAL PROJECT - MN141581

**DESIGN OF ACCOMMODATION BARGE FOR
SUPPORTING THE ACTIVITIES OF THE
OFFSHORE IN PANGKAH GRESIK AREA**

FAROUK ADITYA RAHMAN
NRP. 4110 100 002

Supervisor
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *ACCOMMODATION BARGE* SEBAGAI SARANA PENUNJANG KEGIATAN *OFFSHORE* DAERAH PANGKAH GRESIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan - Perancangan Kapal

Program S-1 Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FAROUK ADITYA RAHMAN

NRP. 4110 100 002

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc



GRESIK

SURABAYA, APRIL 2015

LEMBAR REVISI

DESAIN *ACCOMMODATION BARGE* SEBAGAI SARANA PENUNJANG KEGIATAN *OFFSHORE* DAERAH PANGKAH GRESIK

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 21 April 2015

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Perancangan Kapal

Program S-1 Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FAROUK ADITYA RAHMAN

NRP. 4110 100 002

Disetujui oleh Dosen Penguji Tugas Akhir

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.

Ir. Asjhar Imron, M.Sc, MSE., PED.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.



SURABAYA, APRIL 2015

DESAIN *ACCOMMODATION BARGE* SEBAGAI SARANA PENUNJANG KEGIATAN *OFFSHORE* DAERAH PANGKAH GRESIK

Nama Mahasiswa : Farouk Aditya Rahman
NRP : 4110 100 002
Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRAK

Accommodation Barge merupakan kapal jenis tongkang yang difungsikan sebagai sarana tempat singgah bagi pekerja offshore. Di Kabupaten Gresik terdapat kilang minyak dan gas yang dikelola oleh PT. Saka Energi yang memproduksi perhari 9 ribu barel minyak dan 33 juta kubik gas. Selama ini para pekerja PT. Saka Energi bertempat tinggal di mess yang ada di darat. Untuk meningkatkan kesejahteraan para pekerja maka dibuat desain Accommodation Barge untuk tempat penunjang kegiatan pekerja offshore PT Saka Energy. Dari analisis yang dilakukan didapat ukuran utama yang optimal, yakni $L = 46\text{ m}$, $B = 17,38\text{ m}$, $H = 4,3\text{ m}$, dan $T = 2,7\text{ m}$, dengan biaya structure sebesar Rp31.932.131.508,00. Dari data kapal tersebut kemudian dibuat Rencana Garis, Rencana Umum dan Safety plan.

Kata kunci : Accomodation Barge, Kabupaten Gresik

DESIGN OF ACCOMMODATION BARGE FOR SUPPORTING THE ACTIFITIES OF THE OFFSHORE IN PANGKAH GRESIK AREA

Author : Farouk Aditya Rahman
ID No. : 4110 100 002
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisor : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRACT

Accommodation Barge is a barge wich has function as a shelter for offshore labour of PT. Saka Energi which is producted 9 thousand barrel and 33 million cubic of gas. During this time the offshore labour of Pt. Saka Energi have been living in a dorm in the land. For the sake of the employee's welfare, it is important to design an Accommodation Barge to support their activities. The analysis results in ship having main dimensions as follows: $L = 46$ m, $B = 17,38$ m, $H = 4,3$ m, and $T = 2,7$ m, with estimated structural cost Rp31.932.131.508,00 Futhermore, Lines Plan, General Arrangement and Safety Plan will be designed. From the data, design scope then enlarges into Lines Plan, General Arrangement ang Safety plan.

Keywords: Accommodation Barge, Gresik

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan karunia serta hidayahNya Tugas Akhir yang berjudul **“Desain *Accommodation Barge* Sebagai Sarana Penunjang Kegiatan *Offshore* Daerah Pangkah Gresik”** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Ir. Asjhar Imron, M.Sc, M.Se, PED. selaku Dosen Wali atas motivasi dan dukunganya selama kuliah di Teknik Perkapalan ITS;
3. Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Laboratorium Perancangan Kapal Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Bapak, Ibu, kakek, nenek dan adik, atas kasih sayang, doa-doa, dan segala pelajaran hidup serta bimbingannya sampai saat ini;
5. Ayu Nur Jannah, yang selalu memberikan dukungan dan semangat ketika penulis malas dan bingung;
6. Teman-teman Teknik Perkapalan angkatan 2010 khususnya Moh. Saiful Anam, Moh. Muklis ZZ, Gigih Raditya, dan Windu Baskoro Hadi atas segala bantuan dan kerjasama selama penulis mengenyam pendidikan di ITS;

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata, besar harapan penulis bahwa Tugas Akhir ini dapat memberikan informasi dan manfaat sebanyak-banyaknya bagi pembaca sekalian.

Surabaya, April 2015

Penulis

Farouk Aditya Rahman

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR REVISI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah	1
I.3 Tujuan	2
I.4 Hipotesis	2
I.5 Manfaat	2
I.6 Batasan Masalah	2
I.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Accommodation Barge	5
II.2 Kapal Tongkang (<i>Barge</i>)	5
II.3 Sekilas Tentang <i>Offshore</i> (Bangunan Lepas Pantai)	6
II.3.1 Jenis- jenis <i>Offshore</i>	7
II.3.2 Lingkup Pekerjaan <i>Offshore</i>	11
II.4 Tinjauan Daerah <i>Offshore</i>	11
II.5 Kondisi Cuaca	13
II.6 Konsep Desain	14
II.6.1 Metode Desain Kapal	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
III.1 Diagram Alir Metodologi	17
III.2 Langkah-langkah Pengerjaan Tugas Akhir.....	18
III.2.1 Studi Literatur	18
III.2.2 Pengumpulan Data	18
III.2.3 Penentuan Parameter, Variabel dan Batasan.....	19
III.2.4 Perhitungan Teknis Desain <i>Accommodation Barge</i>	19
III.2.5 Pembuatan Rencana Garis.....	19
III.2.6 Pembuatan Rencana Umum	19
III.2.7 Pembuatan Kesimpulan dan Saran	20
BAB IV ANALISIS TEKNIS	21
IV.1 <i>Owner's Requirements</i>	21
IV.1.1 Penentuan Jumlah Penumpang.....	21
IV.1.2 Penentuan Batasan Yang Diakibatkan Kedalaman Perairan.....	21
IV.2 Penentuan Ukuran Utama Awal.....	21
IV.3 Perencanaan Ukuran Utama Optimal.....	22
IV.3.1 Variabel Desain (<i>Design Variable</i>)	22
IV.3.2 Batasan-batasan (<i>Constraint</i>)	23
IV.3.3 Konstanta.....	23
IV.3.4 <i>Objective Function</i>	23

IV.3.5	Pengoprasian Program <i>Solver</i>	24
IV.3.6	Hasil Optimasi.....	27
IV.4	Desain <i>Layout</i> Awal	27
IV.5	Perhitungan Awal	28
IV.5.1	Perbandingan Dimensi	28
IV.5.2	Koefisien <i>Block</i> (<i>C_b</i>).....	29
IV.5.3	Koefisien <i>Midship</i> (<i>C_m</i>).....	29
IV.5.4	Koefisien Perismatik (<i>C_p</i>).....	29
IV.5.5	Koefisien <i>Waterplan</i> (<i>C_w</i>)	29
IV.5.6	Length Center Of Bouyancy (<i>LCB</i>).....	29
IV.5.7	<i>Freeboard</i>	30
IV.5.8	Berat baja	31
IV.5.9	Berat perlengkapan	31
IV.5.10	LWT dan DWT	34
IV.6	Perhitungan Selanjutnya	35
IV.6.1	Pengecekan Titik Berat	35
IV.6.2	Hukum Archimedes	37
IV.6.3	Trim.....	37
IV.6.4	Stabilitas Kapal	39
IV.7	Perhitungan Biaya Structural Tongkang.....	40
IV.8	Desain Rencana Garis.....	42
IV.9	Desain Rencana Umum	46
IV.9.1	Desain Letak Sekat.....	46
IV.9.2	Desain Ruang <i>Accommodation Deck 1</i>	47
IV.9.3	Desain Ruang <i>Accommodation Deck 2</i>	48
IV.9.4	Desain Ruang <i>Accommodation Deck 3</i>	48
IV.9.5	Desain Main Deck.....	49
IV.9.6	Perencanaan Tangki	50
IV.10	Sistem Tambat	52
IV.11	Perancangan alat keselamatan	53
IV.11.1	Alat Penolong.....	53
IV.11.2	Peragkat Radio	55
IV.11.3	Peralatan Navigasi.....	56
IV.11.4	Peralatan Medis.....	56
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
V.1	Kesimpulan	59
V.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....		61
LAMPIRAN A	: PERHITUNGAN	61
LAMPIRAN B	: LINES PLAN	62
LAMPIRAN C	: GENERAL ARANGEMENT	62
LAMPIRAN D	: SAFETY PLAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel IV 1 Tabel Data Kapal Pembanding Tabel	22
Tabel IV 2 Ukuran Utama Kapal	22
Tabel IV 3 <i>Variabel Desain</i>	23
Tabel IV 4 Tabel <i>Constrain</i>	23
Tabel IV 5 Tabel Konstanta	23
Tabel IV 6 Hasil Optimasi	27
Tabel IV 7 Pemilihan E & O berdasarkan EN	32
Tabel IV 8 Daftar Peralatan Tongkang	33
Tabel IV 9 Perhitungan Titik Berat Tangki	36
Tabel IV 10 Perhitungan Titik Berat Baja Kapal	36
Tabel IV 11 Pendekatan <i>Struckture Cost</i>	40
Tabel IV 13 Pembagian Sekat	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar II 1 Jenis Sistem Anjungan Lepas Pantai	7
Gambar II 2 <i>Fixed Platform</i>	7
Gambar II 3 <i>Semi-submersible</i>	8
Gambar II 4 <i>Jack Up</i>	8
Gambar II 5 <i>Drill Ship</i>	9
Gambar II 6 TLP	9
Gambar II 7 <i>Spar Platform</i>	10
Gambar II 8 FPSO	10
Gambar II 9 Daerah <i>Offshore</i>	12
Gambar II 10 Lokasi Blok Pangkah	13
Gambar II 11 Jumlah Hari Saat Gelombang Diatas 2 Meter	13
Gambar II 12 <i>Spiral Design</i>	14
Gambar IV 1 Tampilan <i>Solver Add-in</i>	24
Gambar IV 2 Tampilan Setelah Target <i>Cell</i> dan Nilai Minimal Ditentukan	25
Gambar IV 3 Tampilan <i>Solver Parameter</i>	25
Gambar IV 4 Tampilan <i>Solver Parameter Changing Cell</i> Sudah Ditentukan	26
Gambar IV 5 Tampilan <i>Solver Parameter</i> setelah <i>Constraint</i> dimasukkan	26
Gambar IV 6 Kombinasi Variabel <i>solver</i>	27
Gambar IV 7 Desain Layout Awal	28
Gambar IV 8 Estimasi <i>Structure Cost</i> Watson	40
Gambar IV 9 Layar Kerja Software Maxsurf	42
Gambar IV 10 Tampilan <i>Open Design</i>	42
Gambar IV 11 Tampilan <i>Size Surface</i>	43
Gambar IV 12 Tampilan <i>Zero point</i>	43
Gambar IV 13 Tampilan <i>Frame of Reference</i>	44
Gambar IV 14 Rencana Garis dalam Berbagai Pandangan	44
Gambar IV 15 Tampilan Tabel Pengecekan di Maxurf	45
Gambar IV 16 Tampilan Pembagian <i>Station</i>	45
Gambar IV 17 Tampilan Pembagian <i>Buttock dan Waterline</i>	45

DAFTAR SIMBOL

L	= Panjang kapal (m)
Loa	= <i>Length overall</i> (m)
Lpp	= <i>Length perpendicular</i> (m)
Lwl	= <i>Length of waterline</i> (m)
B	= Lebar Kapal (m)
T	= Sarat kapal (m)
H	= Tinggi lambung kapal (m)
Cb	= Koefisien blok
Cp	= Koefisien prismatic
Cm	= Koefisien <i>midship</i>
Cwp	= Koefisien <i>water plane</i>
ρ	= Massa jenis (kg/m ³)
g	= Percepatan gravitasi (m/s ²)
Δ	= <i>Displacement</i> kapal (ton)
•	= <i>Volume displacement</i> (m ³)
LCB	= <i>Longitudinal center of bouyancy</i> (m)
VCG	= <i>vertical center of gravity</i> (m)
LCG	= <i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
LWT	= <i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	= <i>Dead weight tonnage</i> (ton)
WSA	= Luasan permukaan basah (m ²)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pangkajene merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Gresik yang memiliki Sumber Daya Alam (SDA) yang melimpah, salah satunya berupa sumber kilang minyak dan gas yang ada di laut. Kawasan kerja di tempat tersebut di beri nama Blok Pangkah. Menurut juru bicara SKK Migas, Elan Bintaro mengatakan kilang minyak dan gas tersebut sekarang dikelola oleh PT. Saka Energi. Tiap hari PT. Saka Energi memproduksi 9 ribu barel minyak dan 33 juta kubik gas. Sedangkan Blok Pangkah sendiri masih dalam tahap perkembangan karena terdapat potensi kapling sumur yang belum dikembangkan.

PT. Saka Energi berupaya menghasilkan sarana yang layak bagi pekerja. Sehingga dibuatkan rumah singgah berupa *Accommodation Barge* yang didesain sebagai kapal yang efisien dan dapat memberi banyak keuntungan bagi pemilik kapal dan pekerja. Mulai dari segi bentuk Body Kapal, Rencana Umum, tata letak kamar, fasilitas dan lain-lain. Metode yang digunakan dalam merancang kapal ini adalah dengan bantuan *solver*, merupakan salah satu perangkat tambahan yang digunakan untuk memecahkan kasus yang rumit yang terdapat dalam program aplikasi *Microsoft Excel*. Dan untuk mendesain struktur kapal digunakan *Software Autocad*.

Accommodation Barge merupakan kapal yang didesain untuk ditempatkan di dekat *offshore*, peletaknya menggunakan tali seling baja yang diikatkan di tiap ujung sisi kapal ke jangkar yang ditanam oleh kapal *Anchor Handling Tug Vessel (AHTV)*.

Dari beberapa kondisi di atas maka perlu diadakan suatu analisis desain kapal berupa Rencana Garis, Rencana Umum dan fasilitas yang efisien untuk memenuhi sarana yang lengkap bagi pekerja *offshore*.

I.2 Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang tersebut di atas permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana mendesain *Accommodation Barge* yang sesuai untuk kebutuhan pekerja *offshore*?
2. Berapakah ukuran utama yang optimum untuk *Accommodation Barge*?
3. Bagaimana mendesain Rencana Garis, Rencana Umum dan *Safety Plan* yang sesuai kebutuhan sarana fasilitas yang lengkap buat pekerja *offshore*?
4. Bagaimana mendesain ruang yang dibutuhkan pekerja *offshore*?

I.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mendapatkan konsep *Accommodation Barge* yang dapat berfungsi sebagai sarana rumah singgah pekerja *offshore*.
2. Mengetahui ukuran utama yang optimum.
3. Mendesain Rencana Garis, Rencana Umum dan *Safety Plan*.
4. Mendesain ruangan yang di butuhkan untuk 100 orang.

I.4 Hipotesis

Dengan adanya permasalahan diatas, jika Tugas Akhir ini dilakukan, maka akan didapatkan desain *Accommodation Barge* yang berfungsi sebagai rumah singgah bagi pekerja *offshore* yang dapat menunjang kegiatan pekerja.

I.5 Manfaat

Dari Tugas Akhir ini diharapkan akan memberikan manfaat bagi berbagai pihak yang membutuhkan, adapun manfaat yang diperoleh antara lain :

1. Bahan pertimbangan *offshore* daerah Pangkah Kabupaten Gresik dalam mendesain *Accommodation Barge* sebagai penunjang kegiatan pekerja *offshore* dengan fasilitas yang dibutuhkan.
2. Membantu dalam pengembangan kapal tongkang jenis *Accommodation Barge*.
3. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan *Accommodation Barge*.

I.6 Batasan Masalah

Mengingat waktu penyusunan Tugas Akhir ini yang cukup singkat. Maka diperlukan batasan-batasan masalah agar proses penulisan lebih terarah. Adapun batasan masalah tersebut sebagai berikut:

1. Kapasitas penumpang 110 orang.
2. *Accommodation Barge* yang dimaksud adalah kapal tongkang yang dapat difungsikan sebagai rumah singgah pekerja *offshore*.
3. Masalah teknis (desain) yang dibahas hanya sebatas *concept design*.
4. Analisis yang dilakukan meliputi hambatan, stabilitas, titik berat, lambung timbul, trim, mendesain Rencana Garis, Rencana Umum dan *Safety Plan*.
5. Tidak membahas perhitungan konstruksi, kekuatan memanjang, dan kekuatan melintang.

I.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan yang disusun untuk pengerjaan Tugas Akhir desain *Accommodation Barge* ini adalah, sebagai berikut :

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

ABSTRAK

ABSTRACT

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR GRAFIK

DAFTAR SIMBOL

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan yang dibahas adalah mengenai gambaran umum serta konsep dasar dari Tugas Akhir ini. Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, maksud dan tujuan, manfaat bagi penulis dan pembaca, hipotesis awal, batasan masalah yang ditentukan oleh penulis, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab landasan teori ini membahas mengenai referensi yang mendukung dalam proses analisis dan penyelesaian masalah pada pengerjaan Tugas Akhir.

BAB III TINJAUAN DAERAH

Pada bab tinjauan daerah penelitian ini akan dibahas mengenai penjelasan umum tentang kondisi geografis dan karakteristik perairan di wilayah Kabupaten Gresik khususnya daerah Pangkah

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metode-metode yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini serta urutan kerja dan langkah pengerjaan yang dibuat dalam bentuk *flow chart* atau diagram alir.

BAB V ANALISIS TEKNIS

Pada bab ini dibahas mengenai analisis teknis desain *Accommodation Barge* yang dimulai dari ukuran utama awal dari desain Layout Awal, LWT, DWT, perhitungan batasan

sampai kepada ukuran utama optimum, Rencana Garis, Rencana Umum dan *Safety Plan* dengan harga *structure* minimum. Pembuatan Rencana Garis menggunakan *software Maxsurf 20*, sedangkan pembuatan Rencana Umum menggunakan *software AutoCAD student version* dengan acuan Rencana Umum yang didapat sebelumnya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini akan diberikan kesimpulan-kesimpulan yang didapat dari analisis di atas, dimana kesimpulan-kesimpulan tersebut menjawab permasalahan yang ada dalam Tugas Akhir ini. Bab ini juga berisi saran-saran penulis sebagai tindak lanjut dari permasalahan yang dibahas serta untuk pengembangan materi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Accommodation Barge

Accommodation Barge merupakan jenis kapal tongkang yang berfungsi sebagai hunian rumah singgah yang memenuhi kebutuhan akomodasi bagi pekerja di *offshore* dan diletakkan di dekat *offshore*. Sebagaimana kebanyakan kapal tongkang, *Accommodation Barge* merupakan kapal yang tidak memiliki mesin penggerak sendiri. Untuk penggerak kapal ini menggunakan bantuan *Tugboat* jenis *Anchor Handling Tug Vessel* (AHTV) dan kapal tersebut juga digunakan untuk menghendel pemasangan jangkar untuk pengikat kapal *Accommodation Barge* di dekat *offshore*.

II.2 Kapal Tongkang (*Barge*)

Kapal tongkang merupakan sarana atau alat angkutan laut dengan bentuk lambung datar atau kotak besar yang digunakan untuk mengangkut barang, baik barang padat (kayu), curah (batubara), ataupun cair (minyak mentah). Kapal tongkang tidak memiliki mesin penggerak seperti kapal pada umumnya sehingga untuk mengangkut barang dan berpindah tempat, tongkang ditarik dengan menggunakan *Tugboat*. Dewasa ini banyak kapal tongkang yang digunakan untuk keperluan akomodasi, hotel terapung dan keperluan lainnya di lokasi proyek yang berada di laut.

Dari berbagai fungsi kapal tongkang saat ini maka berikut ini jenis tongkang berdasarkan kegunaannya :

- *Work Barge* merupakan kapal tongkang yang digunakan sebagai tempat atau pangkalan untuk melakukan pekerjaan di laut.
- *Accommodation Barge* merupakan kapal tongkang yang digunakan untuk akomodasi bagi para pekerja di lokasi proyek yang ada di laut.
- *Pilling Barge* merupakan kapal tongkang yang digunakan sebagai pengerjaan pemancangan di laut.
- *Dredger Barge* merupakan kapal tongkang yang digunakan sebagai pengerukan di laut.
- *Split Barge* merupakan kapal tongkang yang digunakan sebagai penampung lumpur dan dibongkar dengan cara pembelahan lambung kiri dan lambung kanan.
- *Hopper Barge* merupakan kapal tongkang yang digunakan sebagai penampung lumpur dan dibongkar melalui pintu alas yang dapat dibuka.

- *Mobile Offshore Drilling Unit (MODU) Barge* merupakan kapal tongkang yang dilengkapi alat bor untuk *offshore drilling*.

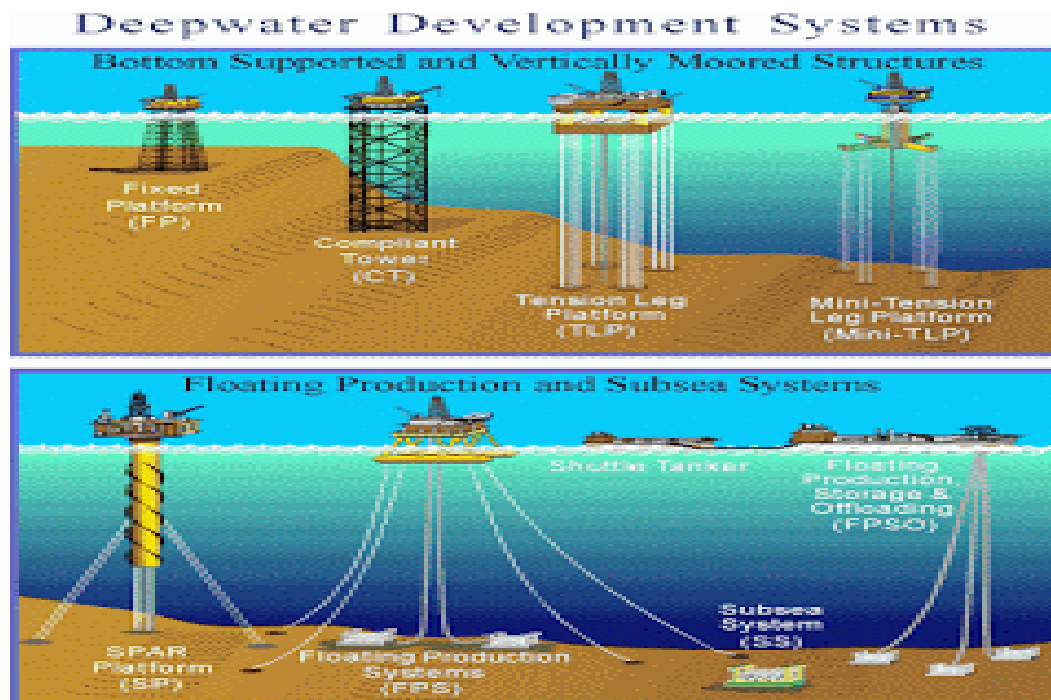
II.3 Sekilas Tentang *Offshore* (Bangunan Lepas Pantai)

Offshore (bangunan lepas pantai) adalah struktur atau bangunan yang dibangun di lepas pantai untuk mendukung proses eksplorasi atau eksploitasi bahan tambang. *Offshore* memiliki sebuah rig pengeboran yang berfungsi untuk menganalisa sifat geologis *reservoir* maupun untuk membuat lubang yang memungkinkan pengambilan cadangan minyak bumi atau gas alam dari *reservoir* tersebut.

Sekitar tahun 1891 anjungan pengeboran minyak pertama kali dibangun di atas perairan air tawar pada danau besar St Marys di negara bagian Ohio, Amerika Serikat. Kemudian sekitar tahun 1896, sumur minyak pertama di perairan air asin dibangun sebagai bagian dari perpanjangan ladang minyak Summerland yang melintasi bagian bawah kanal Santa Barbara di California, Amerika. Sumur tersebut akhirnya dibor dari dermaga yang membentang dari Summerland ke kanal tersebut.

Saat ini, kebanyakan anjungan pengeboran minyak terletak di lepas pantai. Jumlah *offshore* di lautan saat ini juga sudah sangat banyak. Untuk sekarang, Amerika Serikat dan beberapa negara Eropa Utara bisa dibilang paling maju dalam bidang ini. Kemajuan teknologi mereka ditunjang oleh tersedianya cadangan minyak di perairan negara-negara tersebut. Sehingga perairan Teluk Meksiko (*Gulf of Mexico*) dan perairan Laut Utara (*North Sea*) saat ini menjadi tempat berbagai jenis anjungan lepas pantai, mulai dari yang konvensional hingga yang mutakhir. Selanjutnya disusul oleh perairan Afrika dan Timur Tengah serta Asia Pasifik, termasuk perairan Indonesia dan Malaysia.

Offshore yang bekerja di lepas pantai secara teknis berada pada perairan-dalam (*deepwater*) yaitu perairan (laut) dengan kedalaman lebih dari 300 m (984 ft). Dengan kondisi lingkungan perairan-dalam yang makin berat tantangannya, serta kendala ekonomis yang fluktuatif, sehingga lahirlah beragam jenis *offshore* sebagai solusi dalam pengembangan ladang minyak dan gas perairan-dalam.



Gambar II 1 Jenis Sistem Anjungan Lepas Pantai
Sumber (www.bsee.gov/exploration-and-production)

II.3.1 Jenis- jenis *Offshore*

1. Fixed Platform

Platform ini dibangun di atas kaki baja (*jacket leg*) atau beton yang tertanam langsung ke dasar laut, menopang bangunan atas (*deck/topside*) dengan ruang untuk rig pengeboran, fasilitas produksi dan tempat tinggal pekerja. *Platform* tersebut dirancang berdasarkan kekakuanya untuk penggunaan waktu yang sangat panjang (hingga 50 tahun) dan digunakan untuk instalasi di kedalaman air hingga sekitar 1.700 kaki (520 m).



Gambar II 2 *Fixed Platform*
Sumber (ardaadasaja.blogspot.com)

2. *Semi-Submersible*

Merupakan sebuah Unit terapung dengan geladak yang ditopang oleh sistim kolom (elemen struktur vertical) dan ponton (elemen struktur horizontal) yang memungkinkan respon lebih

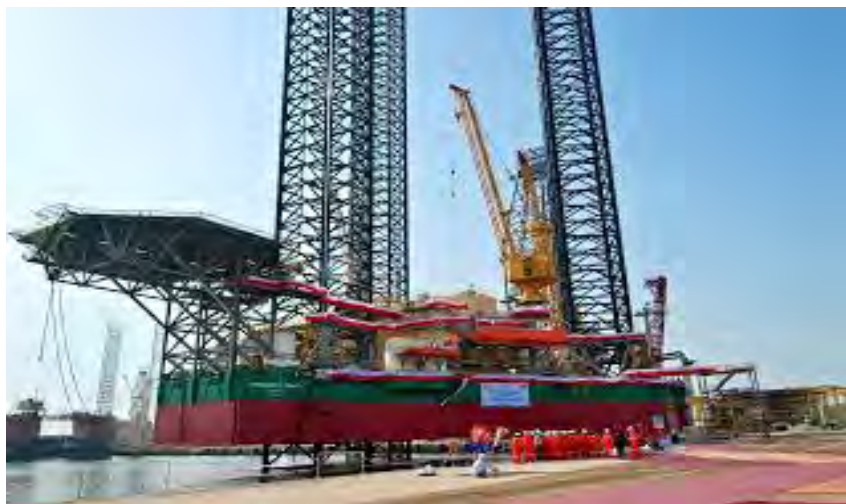
lentur dan bebas terhadap gelombang dengan karakteristik respon gerak yang bagus. *Semi-submersible* dapat digunakan di kedalaman air dari 200 sampai 10.000 kaki (60-3.000 m).



Gambar II 3 *Semi-submersible*
Sumber (ardaadasaja.blogspot.com)

3. *Jack-up Drilling Rig*

Jack-up Drilling Rig merupakan *rig* yang dapat berpindah dan bisa di dongkrak di atas laut dengan menggunakan kaki-kaki yang dapat diturunkan. *Platform* ini dirancang untuk berpindah-pindah ke tempat sumber minyak dan kemudian menancapkan dirinya dengan menggunakan roda gigi (*gearbox*) di setiap kaki ke dasar laut. *Platform* ini biasanya digunakan di kedalaman air hingga 400 kaki (120 m).



Gambar II 4 *Jack Up*
Sumber (ardaadasaja.blogspot.com)

4. *Drill Ship*

Drill ship atau kapal pengebor adalah sebuah struktur apung berbentuk kapal konvensional yang berfungsi untuk proses pengeboran dan penyelesaian sumur minyak. Peralatan pengeboran yang ada di atas kapal memungkinkan untuk melakukan operasi pengeboran sumur, pemasangan pipa pelindung sumur (*casing*) dan pemasangan *xmas tree* bawah laut. *Drill ship* biasanya

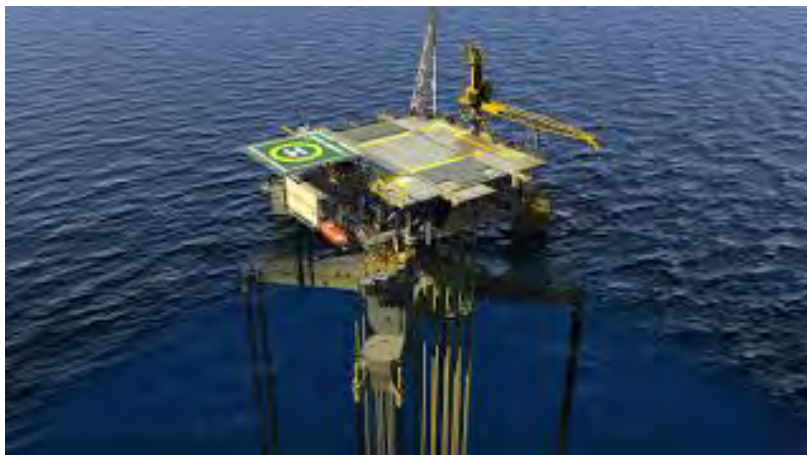
digunakan untuk eksploitasi pengeboran minyak baru dan digunakan untuk pengeboran di kedalaman air hingga 12.000 ft (3.700 m).



Gambar II 5 *Drill Ship*
Sumber (ardaadasaja.blogspot.com)

5. *Tension Leg Platform (TLP)*

Secara konseptual jenis anjungan ini tidak berbeda jauh dengan jenis anjungan terapung yang ditambat ke dasar laut. Tetapi system tambat pada *TLP* digunakan untuk menghilangkan gerakan yang paling vertical pada strukturnya sehingga platform bisa mengambang. *TLP* digunakan di kedalaman air hingga sekitar 6.000 kaki (2000 m).

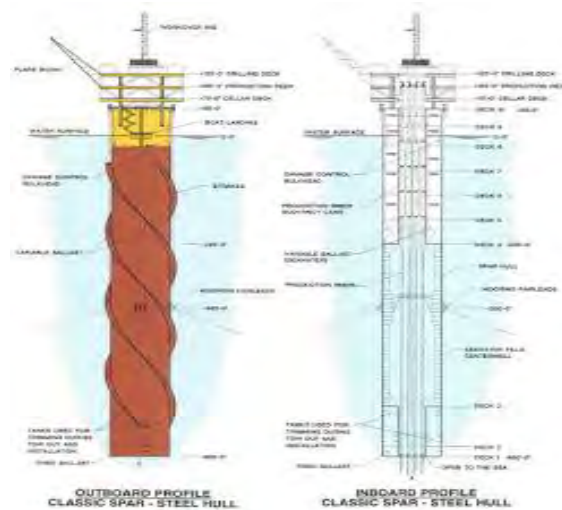


Gambar II 6 TLP
Sumber (ardaadasaja.blogspot.com)

6. *Splar Platform*

Splar platform adalah jenis anjungan lepas pantai yang berupa suatu unit produk vertikal (kolom tunggal) dengan ciri sarat air (*draft*) cukup menyimpan sejumlah kecil minyak mentah di dalam kolomnya utamanya dan berfungsi sebagai penopang geladak. *Splar* memiliki tiga tambat

dan dirancang dalam tiga konfigurasi dan juga memiliki kemampuan, dengan menyesuaikan tegangan *mooring line* (menggunakan *chain-jack* yang melekat pada tali tambat), bergerak horizontal dan memposisikan diri di atas sumur agak jauh dari lokasi platform utama.



Gambar II 7 *Spar Platform*
Sumber (ardaadasaja.blogspot.com)

7. *Floating Production, Storage and Offloading (FPSO)*

FPSO adalah sebuah fasilitas terapung yang dipasang di sekitar lepas pantai yang fungsinya untuk menerima, menyalurkan/mengirim hidrokarbon. Bangunan *FPSO* berbentuk sebuah kapal (bangunan baru atau dari modifikasi kapal yang secara permanen) yang di tambatkan di tempat operasinya. *FPSO* ini digunakan sebagai penyimpan minyak yang diproduksi dan dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas pemroses minyak.



Gambar II 8 FPSO
Sumber (ardaadasaja.blogspot.com)

II.3.2 Lingkup Pekerjaan Offshore

Operasi (pekerjaan) minyak di *offshore* dapat dibagi menjadi :

1. Exploration

Kegiatan di phase ini adalah pencarian/penentuan lapisan tanah yang menyimpan minyak di dasar lautan. Kegiatan ini dilakukan oleh ahli geologi dan geofisika. Ahli geologi bertugas mempelajari dan mengamati formasi lapisan batuan dari dalam bumi serta mengambil contoh batuan bawah tanah untuk menentukan bentuk dari lapisan-lapisan batuan dalam bumi. Selain itu, ahli geofisika bertugas untuk menggunakan metoda-metoda dalam mengumpulkan data seperti *seismic exploration* dan peralatan ukur medan gravitasi untuk membuat perkiraan mengenai adanya lapisan minyak.

2. Exploratory Drilling

Setelah daerah yang diperkirakan mengandung minyak ditentukan, pemboran minyak harus dilakukan untuk memastikan perkiraan. Pemboran dilakukan dengan menggunakan *mobile drilling rig* yang diikatkan ke kapal atau dengan menggunakan *movable platform*. Untuk kedalaman 15-76 m digunakan *Jack-up mobile rig*. Untuk kedalaman lebih kecil dari 15 m digunakan alat *submersible*. Sedangkan untuk kedalaman lebih dari 76 m digunakan *Floating drilling rig*.

3. Development Drilling

Development drilling adalah proses pembuatan/pemboran lubang ke dalam tanah yang diketahui mengandung minyak untuk diambil dengan cara yang paling ekonomis. *Development drilling* yang efisien membutuhkan pemboran beberapa sumur sekaligus dari satu lokasi. Design platform akhir-akhir ini memungkinkan pemboran 32-40 sumur dari satu platform.

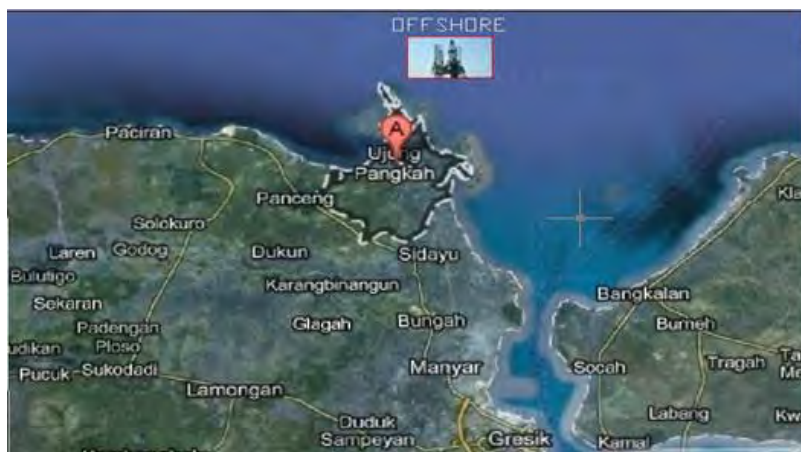
4. Production and Production Transport

Setelah *development drilling* selesai dibangun, produksi dari sumur dimulai. Di lokasi laut dalam, peralatan produksi dan pemrosesan ditempatkan pada *selfcontained platform* yang sama yang digunakan untuk *development drilling*. Di laut dangkal *drilling platform* biasanya cukup kecil sehingga kemudian dijadikan *well protector platform* setelah proses produksi dimulai. Platform yang terpisah tetapi berdekatan dengan *well-protector platform* dibangun untuk pemrosesan atau treatment. Tempat penyimpanan (*storage*) minyak adalah perhatian utama dalam operasi *offshore*. Minyak dari platform laut dangkal diangkut ke darat dengan menggunakan barge atau pipa panjang.

II.4 Tinjauan Daerah Offshore

Pangkajene merupakan sebuah kecamatan yang terletak di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Sedangkan Laut Pangkajene berada pada perairan Laut Jawa bagian timur

tepatnya berada pada koordinat 05° 48' 29" LS dan 112° 39' 14" BT. Pangkah terdiri dari 13 desa, diantaranya Sekapuk, Bolo, Glatik, Tanjangan, Ketapang Lor, Karang Rejo, Kebon Agung, Gosari, Cangakan, Ggemboh, Bannyu Uri, Pangkah Kulon, dan Pangkah Wetan. Terdapat banyak Sumber Daya Alam (SDA) yang sangat potensial dan produktif di daerah Laut Pangkah, sehingga Pangkah menjadi salah satu kecamatan yang produktif dan dicari sebagai tempat eksploitasi Sumber Daya Alam oleh pemerintah yang dapat menjadi salah satu sumber pertumbuhan ekonomi dan tumpuan pembangunan daerah, bahkan nasional secara berkelanjutan. Salah satu Sumber Daya Alam yang di eksploitasi sekarang merupakan adanya hulu migas di kawasan tersebut yang diperkirakan berjumlah 110 juta kubik setara gas dan masih diperkirakan terdapat banyak hulu di sekitar Blok Pangkah yang masih belum dikembangkan seperti sumur Sebayu.



Gambar II 9 Daerah *Offshore*
Sumber (googlemap.com)

Blok Pangkah merupakan wilayah kerja minyak dan gas bumi (migas) yang terletak di bagian timur Laut Jawa tepatnya di daerah Pangkah Kabupaten Gresik. Blok Pangkah memiliki kedalaman rata-rata 3.5 meter, jumlah sumur minyak dan gas yang sedang produksi maupun yang non produksi sebanyak 35 sumur, sedangkan untuk luas wilayah kerja 784 km². Saat ini, produksi di Blok Pangkah tersebut mencapai 9 ribu barel per hari untuk minyak dan 33 juta kubik untuk gas. Blok Pangkah tersebut pertama kali di kelola oleh anak perusahaan asal Amerika Serikat yaitu perusahaan Hess Indonesia, sedangkan sekarang semua saham 100% sudah diakuisi oleh anak perusahaan PGN Indonesia yaitu perusahaan Saka Energi. Diperkirakan Blok Pangkah memiliki cadangan minyak *equivalent* sebesar 110 juta barel oil dan masih banyak potensi migas yang belum dilakukan eksploitasi.



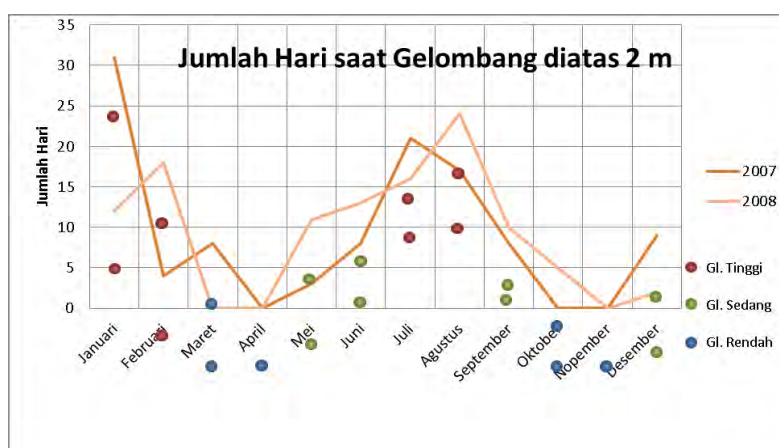
Gambar II 10 Lokasi Blok Pangkah

II.5 Kondisi Cuaca

Kondisi cuaca di daerah gresik di bagi menjadi tiga periode [Kisnarti, 2012] :

Pertama, periode bulan dengan gelombang tinggi. Kecendungan gelombang tinggi lebih dari 2 meter terjadi pada bulan Januari, Februari, Juli, Agustus. Kedua, periode bulan dengan gelombang sedang terjadi pada Mei, Juni, September, dan Desember. Ketiga, periode bulan dengan gelombang tenang terjadi pada Maret, April, Oktober, dan Nopember dengan frekuensi terjadi gelombang tinggi kecil bahkan hamper tidak ada sama sekali pada bulan-bulan ini. Dikategorikan sebagai periode tenang.

Dari pengelompokan jenis Gelombang yang terjadi di perairan Gresik-Bawean, maka dapat digambarkan dalam bentuk grafik. Berikut grafik hubungan antara Jumlah hari gelombang diatas 2 meter dengan bulan-bulan yang dikategorikan sebagai bulan dengan gelombang tinggi, sedang, dan tenang.



Gambar II 11Jumlah Hari Saat Gelombang Diatas 2 Meter

II.6 Konsep Desain

Desain kapal merupakan proses awal pembuatan kapal berupa visual dari ide-ide yang dilakukan dengan analisis secara berulang untuk mendapatkan detail yang maksimal. Sedangkan ketika proses desain kapal dikembangkan, hal ini disebut sebagai desain spiral (Evans, 1959). Seperti pada Gambar berikut.



Gambar II 12 *Spiral Design*

(Sumber: evans, 1959)

Desain spiral dibagi dalam 5 bagian yaitu:

1. *Design Statement*

Design statement merupakan tahap awal dari proses desain yang digunakan untuk mendefinisikan atau memberi gambaran tentang tujuan atau kegunaan dari kapal. Sehingga dapat memenuhi permintaan pemilik kapal (*owner requirement*) dan dapat mengetahui batasan-batasan yang sangat berguna untuk mengarahkan desainer dalam menentukan perbandingan desain selama proses desain berlangsung.

2. *Concept Design*

Concept design merupakan tahap pertama dalam proses desain yang menterjemahkan *mission requirement* atau *owner requirement* ke dalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan sehingga menghasilkan ukuran utama awal dari perbandingan desain yang sudah ada, perbandingan tersebut termasuk biaya pembuatan kapal dari kapal yang sudah di desain.

3. *Preliminary Design*

Preliminary Desain merupakan langkah kelanjutan dari *concept design* dengan mengecek kembali ukuran dasar kapal yang dikaitkan dengan *performance* (Evans, 1959). Pemeriksaan

ulang ukuran utama kapal yang menyangkut *freeboard*, detail struktur, stabilitas, tahanan kapal yang diharapkan tidak banyak merubah konsep desain sebelumnya. Hasil diatas merupakan dasar dalam pengembangan rencana kontrak dan spesifikasi.

4. *Contract Design*

Contract Design merupakan tahap merencanakan lebih teliti *hull form* (bentuk badan kapal) dengan memperbaiki Rencana Garis, tenaga penggerak dengan menggunakan *model test*, *seakeeping* dan *maneuvering* karakteristik, pengaruh jumlah *propeller* terhadap badan kapal, detail konstruksi, estimasi berat dan titik berat yang dihitung berdasarkan posisi dan berat masing-masing item dari konstruksi. Pada tahap ini Rencana Umum di buat dengan detail yaitu Kepastian kapasitas permesinan, bahan bakar, air tawar dan ruang akomodasi. Kemudian dibuat spesifikasi rencana standart kualitas dari bagian badan kapal serta peralatan. Dalam Tugas Akhir ini tahap *contract design* hanya diambil sedikit ketelitian karena kapal *Accommodation Barge* tidak menggunakan tenaga penggerak sendiri.

5. *Detail Design*

Tahap akhir dari perencanaan kapal adalah pengembangan detail gambar kerja (Evans, 1959). Hasilnya dari langkah ini adalah berisi petunjuk/instruksi mengenai instalasi dan detail konstruksi kepada tukang pasang (*fitter*), tukang las (*welder*), tukang perlengkapan (*outfitter*), tukang pelat, penjual mesin, tukang pipa dan lain-lainnya. Langkah ini perubahan dari *engineer* (ahli teknik) untuk tukang, oleh karena itu tidak bisa diinterpelasikan (dirubah).

II.6.I Metode Desain Kapal

1. *Parent Design Approach*

Parent design approach merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara menganbil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini *designer* sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai *performance* yang bagus. Keuntungan dalam *parent design approach* adalah :

- Dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga tinggal memodifikasi saja.
- *Performance* kapal terbukti (*stabilitas, motion, reistance*)

2. *Trend Curve Approach*

Dalam proses perancangan kapal terdapat beberapa metode salah satunya yaitu *Trend Curve approach* atau biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa

kapal pembanding untuk menentukan *main dimension*. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

3. *Iteratif Design Approach*

Iteratif desain adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping*, *testing*, dan *analyzing*. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat *iteratif* yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*).

4. *Parametric Design Approach*

Parametric design approach adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya (L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai *main dimension* yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatannya (R_t), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah Anak Buah Kapal, perhitungan titik berat, *trim*, dan lain-lain.

5. *Optimization Design Approach*

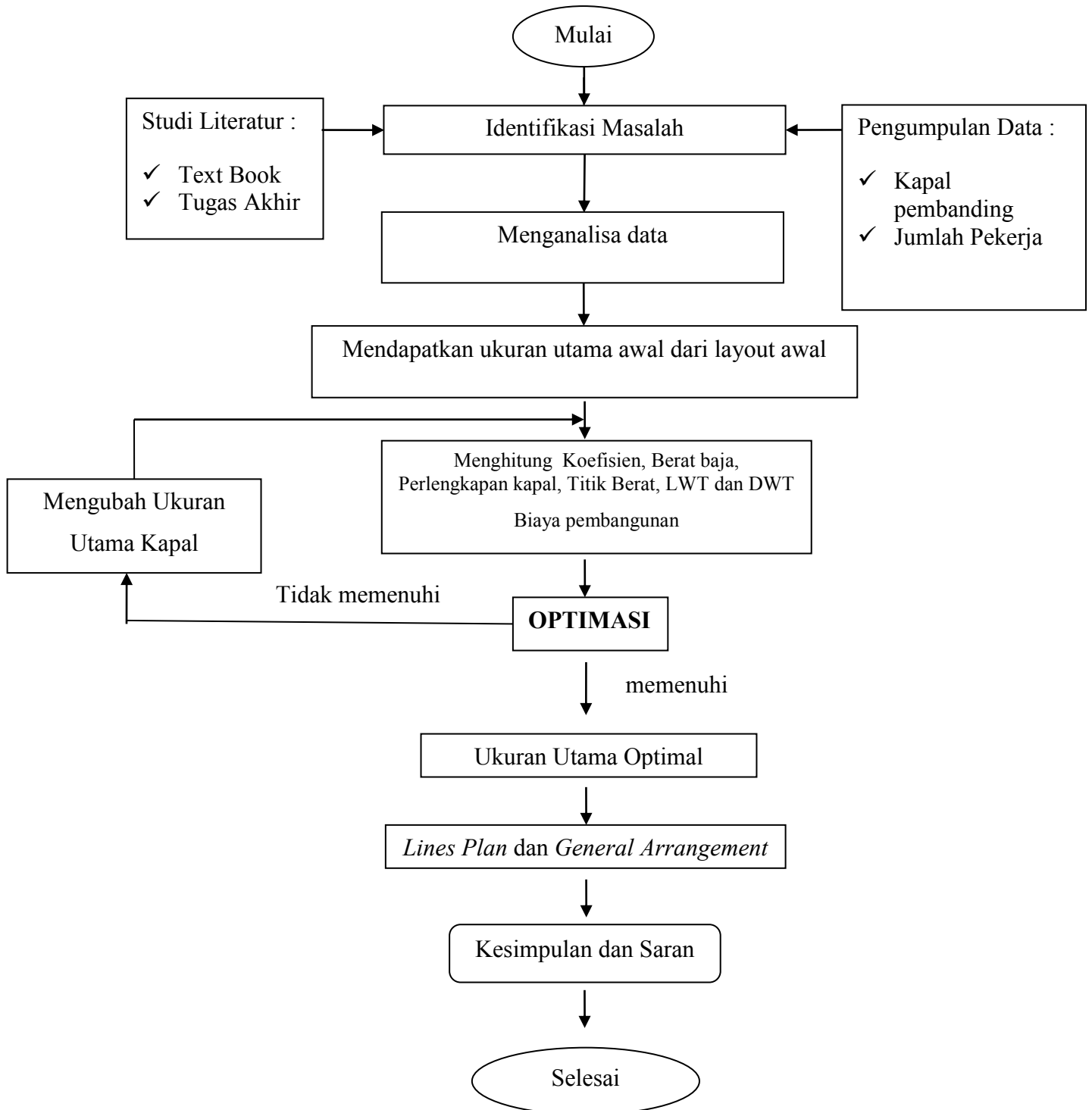
Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya pada tahap *basic design*. Dalam hal ini, disain yang optimum dicari dengan menemukan disain yang akan meminimalkan *economic cost of transport* (ECT). Adapun parameter dari optimasi ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, *freeboard*, *trim*, dan harga kapal.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Diagram Alir Metodologi

Diagram aliran metodologi pada Tugas Akhir ini adalah :



Gambar III 1 Diagram Metodologi Penelitian

III.2 Langkah-langkah Pengerjaan Tugas Akhir

Dalam mendesain *Accommodation Barge* harus ada urutan pengerjaan dengan alur yang baik untuk memudahkan proses pengerjaan. Hal ini berguna sebagai acuan umum yang dapat dipertanggungjawabkan. Secara umum proses mendesain sebuah kapal dimulai dengan pengambilan data input dilanjutkan dengan pengolahan data input berdasarkan pada perhitungan yang *valid* sehingga didapat hasil yang diinginkan. Secara terperinci metode pengerjaan terdiri dari beberapa langkah, yaitu:

III.2.1 Studi Literatur

Tahap pertama yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu studi literatur. Studi literatur adalah teori-teori yang akan digunakan dalam menyelesaikan Tugas Akhir serta untuk lebih memahami permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini. Referensi-referensi untuk mengerjakan Tugas Akhir ini didapat dari buku, jurnal ilmiah, *paper*, Tugas Akhir sebelumnya yang masih berkaitan, serta *browsing* dari internet.

III.2.2 Pengumpulan Data

Tahap kedua setelah studi literatur adalah pengumpulan data yang dibutuhkan. Data tersebut harus meliputi segala sesuatu yang dibutuhkan dan berhubungan dalam pengerjaan desain *Accommodation Barge* tersebut. Ada beberapa pengelompokan data tersebut, yakni :

a. Data kapal pembanding

Data ini sangat dibutuhkan dimana nantinya data ini akan menjadi acuan dalam menentukan ukuran utama kapal yang sudah ditentukan dan dirancang. Khususnya digunakan untuk perbandingan rasio ukuran utama yang sudah dibuat, karena berkaitan dengan stabilitas, kekuatan memanjang (diabaikan) dan hambatan (diabaikan). Dari data dapat ditentukan ukuran utama awal sebelum nantinya dilakukan pengoptimalkan ukuran utama awal sehingga didapat ukuran utama optimal. Data ini didapat dari *browsing* di internet.

b. Data jumlah pekerja *offshore*

Data ini diperlukan untuk mengetahui jumlah penumpang yang dapat diangkut kapal.

c. Data perairan serta cuaca

Data ini meliputi kondisi perairan yang akan dijadikan letak jangkar oleh *Accommodation Barge* ini. Data tersebut berupa kedalaman perairan dan tinggi gelombang.

III.2.3 Penentuan Parameter, Variabel dan Batasan

Tahap ketiga dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu pembuatan model optimasi yang diperlukan untuk mendapatkan ukuran utama kapal yang optimal. Langkah awal dalam pembuatan model optimasi adalah menentukan parameter, variabel serta batasan.

a. Parameter

Parameter adalah besaran yang nilainya tidak berubah selama satu kali proses optimasi, misalnya: jumlah penumpang, masa jenis air laut, dll

b. Variabel

Variabel adalah nilai yang akan dicari dalam proses optimasi seperti ukuran utama kapal yang meliputi panjang kapal, lebar kapal, tinggi kapal dan sarat kapal.

c. Batasan (*constraint*)

Batasan adalah besaran yang nilainya telah ditentukan oleh perencana, pemesan, biro klasifikasi, peraturan keselamatan pelayaran, kondisi perairan, maupun persyaratan lainnya. Batasan dapat ditentukan dari data ukuran utama kapal pembanding, serta perhitungan dari hukum *Archimedes*, *trim*, *freeboard*, stabilitas kapal

III.2.4 Perhitungan Teknis Desain *Accommodation Barge*

Tahap selanjutnya setelah mendapatkan ukuran utama kapal yaitu perhitungan teknis dari ukuran utama tersebut. Perhitungan teknis ini dilakukan dengan bantuan *software* Microsoft Excel. Perhitungan teknis ini meliputi: perhitungan koefisien, *freeboard*, perhitungan berat, titik berat, dan perhitungan batasan.

III.2.5 Pembuatan Rencana Garis

Setelah mendapatkan ukuran utama kapal yang optimal dari proses optimasi pada tahap perhitungan teknis, maka tahap selanjutnya yang dilakukan yaitu pembuatan Rencana Garis. Tahap ini dilakukan dengan bantuan *software* Maxsurf 20 v.8i menggunakan acuan ukuran utama kapal yang optimal. Selanjutnya di *Export* ke *software* AutoCAD 2007 untuk dilakukan menghaluskan garis-garis agar menjadi *smooth*.

III.2.6 Pembuatan Rencana Umum

Dari Rencana Garis yang telah dibuat maka tahap selanjutnya yaitu membuat Rencana Umum dengan bantuan *software* AutoCAD 2007. Rencana Umum merupakan perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsinya, misalnya: peletakan sekat, ruang akomodasi, dll.

III.2.7 Pembuatan Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dari pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu penarikan kesimpulan dari analisa dan perhitungan. Kesimpulan tersebut berupa kapasitas muatan dan penumpang kapal, ukuran utama optimal, gambar Rencana Garis, gambar Rencana Umum. Saran dapat berupa kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam Tugas Akhir ini serta hal-hal yang bisa dikembangkan dari Tugas Akhir ini sehingga dapat dijadikan judul Tugas Akhir selanjutnya.

BAB IV

ANALISIS TEKNIS

IV.1 *Owner's Requirements*

Dalam mendesain sebuah kapal diperlukan ketentuan-ketentuan yang dapat menjadi acuan untuk mendesain kapal. Dalam mendesain *Accommodation Barge*, acuan-acuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

IV.1.1 Penentuan Jumlah Penumpang

Untuk penentuan jumlah penumpang *Accommodation Barge* dengan cara mensurvey ke PT. Saka Energy berapa pekerja di *offshore Blok Pangkah* sekarang. Didapatkan jumlah pekerja *offshore* sebesar 100 pekerja dimana saat bekerja tiap hari para pekerja dibagi menjadi dua *shift* yaitu *shift siang dan malam*. Masing-masing *shift* jumlah pekerja sebesar 50 pekerja. Sedangkan untuk kru kapal sendiri berjumlah 15 orang. Jadi total penumpang untuk desain *Accommodation Barge* Tugas Akhir ini berjumlah 115 orang.

Penentuan jumlah kru *Accommodation Barge* didapat dari kebutuhan operasional, yang terdiri dari :

1. *Captain Accommodation Barge* sebagai ketua kapal yang bertanggung jawab atas kapal.
2. *Engineer* (2 orang) sebagai penanggungjawab permesinan dan peralatan kapal.
3. *Officer* (2 orang) sebagai penanggungjawab atas administrasi kapal.
4. *Chief cook* (3 orang) sebagai juru masak kapal.
5. *Assisten Cook* (2 orang) sebagai asisten juru masak.
6. Pramusaji (2 orang) sebagai pelayan dan pramusaji sekaligus OB kapal.
7. *Electrician* sebagai penanggungjawab tentang kelistrikan.
8. *Oiler* sebagai penanggungjawab kebutuhan oli.

IV.1.2 Penentuan Batasan Yang Diakibatkan Kedalaman Perairan

Berdasarkan data pelabuhan Gresik maka batasan yang digunakan untuk mendesain *Accommodation Barge* untuk sarat kapal yang ada di daerah *offshore* berkisar antara 2,5 – 4 meter yang bergantung dengan pasang surutnya air laut. Dalam mendesain *Accommodation Barge* ini sarat kapal adalah 2,7 meter (dari Layout Awal).

IV.2 Penentuan Ukuran Utama Awal

Dalam menentukan ukuran awal dilakukan dengan metode *Point Base Design* dimana akan didesain terlebih dulu ukuran utama awal. Kemudian dilakukan optimasi dan dibandingkan

dengan perbandingan ukuran utama (L/B, L/H, B/T, B/H) yang diperoleh dari kapal-kapal *Acoommodation Barge* yang sudah dibangun. Setelah perbandingan ukuran utama yang dirancang memenuhi batasan dari minimal dan maximal. Maka diambil sebagai ukuran utama

Tabel IV 1 Tabel Data Kapal Pembanding Tabel

AB	Jumlah Penumpang	Principle Dimension				Rasio Ukuran Utama				
		Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)	L/B	L/H	B/H	B/T	H/T
AB 1	150	76,8	21,3	4,8	1,75	3,61	16,00	4,44	12,17	2,74
AB 2	170	110	11,1	3,25	2,15	9,91	33,85	3,42	5,16	1,51
AB 3	120	75	21	4,8	2,56	3,57	15,63	4,38	8,20	1,88
AB 4	170	110	11	2	1,2	10	55,00	5,50	9,17	1,67
AB 5	100	74	12,4	3,2	2,15	5,97	23,13	3,88	5,77	1,49
AB 6	168	70	20,3	4,27	3,6	3,45	16,39	4,75	5,64	1,19
AB 8	125	76	11,4	2,62	1,8	6,67	29,01	4,35	6,33	1,46
MIN			70	11	1,2	3,45	15,63	3,42	5,16	1,19
MAX			110	21,3	3,6	10	55	5,5	12,17	2,74

Berikut Ukuran Utama dari perhitungan diatas :

Tabel IV 2 Ukuran Utama Kapal

No	Dimensi	Besar	Satuan
1	Lppo	46	M
2	Bo	17,38	M
3	To	2,7	M
4	Ho	4,3	M

IV.3 Perencanaan Ukuran Utama Optimal

IV.3.1 Variabel Desain (Design Variable)

Dalam proses optimalisasi, harga-harga variabel yang akan dicari meliputi ukuran utama kapal, yaitu:

- ✓ Panjang Kapal (Loa)
- ✓ Lebar Kapal (B)
- ✓ Tinggi Kapal (H)
- ✓ Sarat (T)

Sebagai nilai awal (initial value) dari variabel desain di atas diambil dari ukuran utama awal yang diperoleh dari kapal pembanding.

Tabel IV 3 Variabel Desain

Ukuran Utama				
Variabel Desain		Unit	Symbol	Value
	Length	m	Lppo	46
	Breadth	m	Bo	17,38
	Draft	m	To	2,9
	Height	m	Ho	4,3

IV.3.2 Batasan-batasan (*Constraint*)

Berikut merupakan batasan-batasan yang digunakan dalam penentuan ukuran utama kapal.

Tabel IV 4 Tabel Batasan

		Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Stabilitas	MG pada sudut oleng 0°	m	MG ₀	0.15	9.022422		OK
	Lengan statis pada sudut oleng > 30°	m	Ls ₃₀	0.2	2.455236		OK
	Sudut kemiringan pada Ls maksimum	deg	Ls _{max}	25	26		OK
	Lengan dinamis pada sudut 30°	m.rad	Ld ₃₀	0.055	0.430783		OK
	Lengan dinamis pada sudut 40°	m.rad	Ld ₄₀	0.09	0.392191		OK
	Luas kurva GZ antara 30° - 40°	m.rad		0.03	0.038391		OK
Freeboard	Fs	m	Fb	0.758	1.600		OK
Displasmen	Koreksi Displasmen	%		0.00	1.59	5.00	OK
Trim	Selisih Trim	%		0.00	0.13	0.46	OK
Rasio Ukuran Utama	hambatan		L/B	2.15	2.65	3.60	OK
	Stabilitas		B/T	5.16	6.44	16.39	OK
	Stabilitas		B/H	3.42	4.04	12.17	OK

IV.3.3 Konstanta

Konstanta adalah harga-harga yang tidak berubah besarnya selama proses optimisasi berlangsung. Komponen-komponen konstanta pada model optimisasi pada tugas akhir ini adalah

Tabel IV 5 Tabel Konstanta

Konstanta				
konstanta		Unit	Symbol	Value
	Massa Jenis Air	kg/m ³	$\rho_{\text{air tawar}}$	1000
	Massa Jenis Air Laut	kg/m ³	$\rho_{\text{air laut}}$	1025
	Gravitasi	m/s ²	G	9,81
	Koefisien Viskositas Kinematik	m/s	ν	1,1880E-06
	Massa rice, medium grain	kg/m ³	-	0,8
	vegetables, corn	kg/m ³	-	1,00

IV.3.4 Objective Function

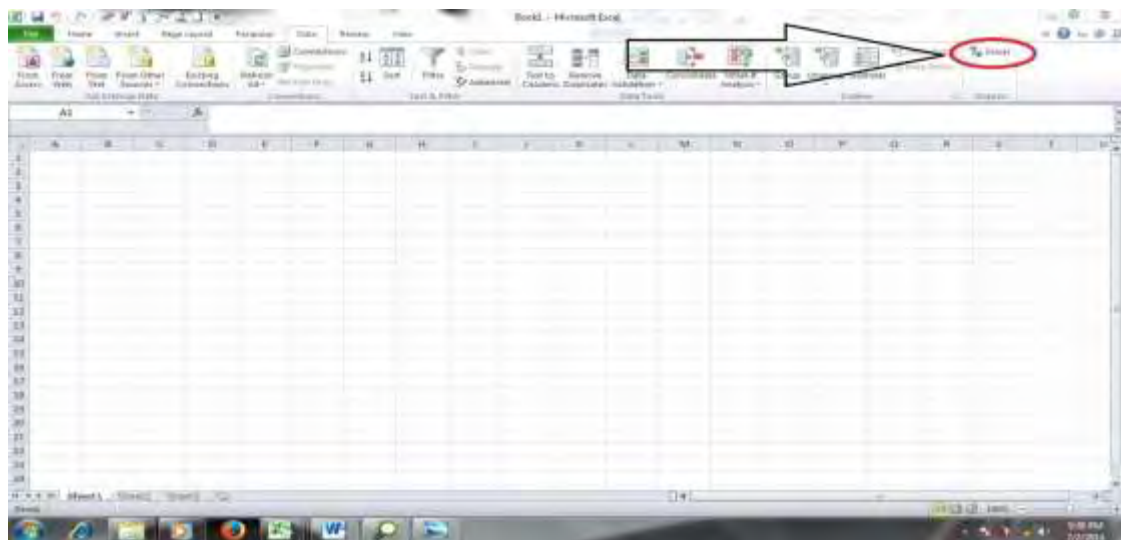
Harga *structure* kapal dijadikan sebagai *objective function*, dimana pada saat pengoprasian *software solver* disetting dengan harga minimum. Sehingga seluruh perhitungan didalam

Software *Microsoft excel* ditujukan agar memiliki harga termurah namun tetap harus memenuhi seluruh batasan atau *constrain* yang telah ditetapkan.

IV.3.5 Pengoprasian Program *Solver*

Perhitungan menggunakan *tool* yang ada pada Microsoft Excel yang dinamakan *solver*, *solver* merupakan *tool* yang memungkinkan untuk dapat menghitung nilai yang dibutuhkan untuk mencapai hasil yang terdapat pada satu sel atau sederet sel (*range*). Dengan kata lain *solver* dapat menangani masalah yang melibatkan banyak sel variabel dan membantu mencari kombinasi variabel untuk meminimalkan atau memaksimalkan satu sel target. *solver* memungkinkan untuk mendefinisikan sendiri suatu batasan atau kendala yang harus dipenuhi agar pemecahan masalah dianggap benar. Adapun langkah-langkah pengerjaannya sebagai berikut:

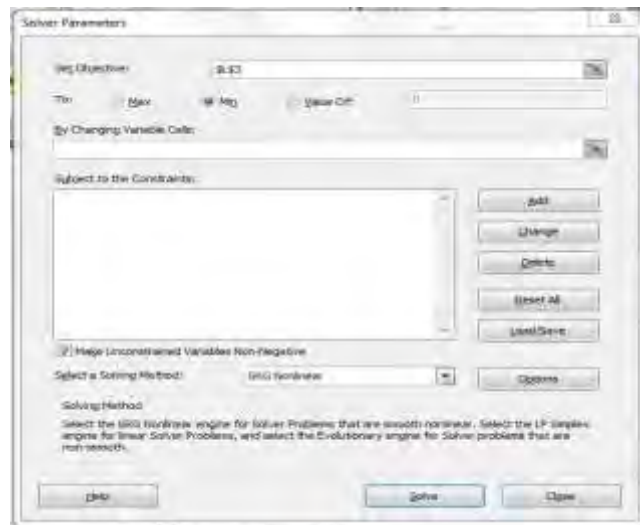
1. Pilih (klik) pada pojok paling kanan pada *toolbar* Data di Microsoft Excel 2010. Jika *solver* belum terinstal maka perlu dilakukan proses *install solver*. Langkah *install solver* adalah dengan klik *icon* pojok kiri atas, pilih Excel Option, pilih Add-Ins. Saat proses *install* selesai dilakukan maka tampilan Microsoft Excel 2010 akan tampak seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar IV 1Tampilan *Solver* Add-in

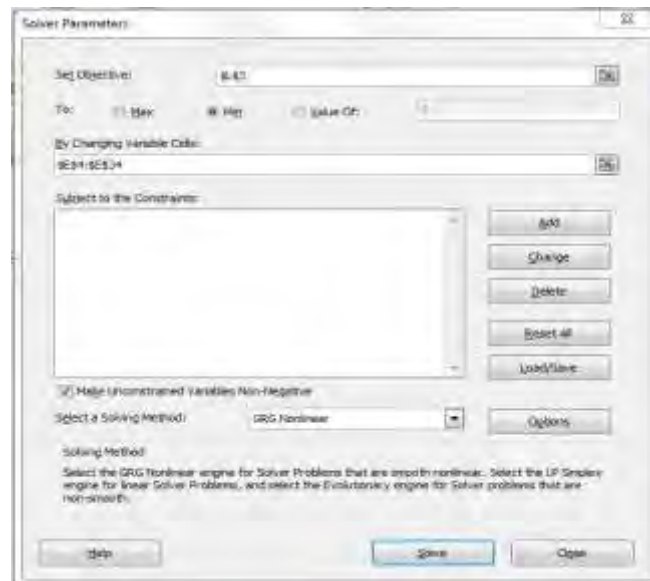
2. Menentukan **Target Cell**, dan menentukan nilai target cell apakah nilai maksimum ataukah minimal, atau dapat kita tentukan sendiri besarnya nilai target cell tertentu. Penentuan maksimal atau minimal sesuai dengan tujuan optimisasi kita apakah akan dicari nilai *objective function* minimal atau maksimal. Tujuan dari proses optimisasi dalam Tugas Akhir ini adalah meminimalkan *structure cost* kapal. Klik untuk memilih *target cell* pada model optimisasi dan

pilih Min pada Equal to. Setelah langkah diatas selesai dilakukan maka tampilan *solver* akan seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar IV 2 Tampilan setelah target cell dan nilai minimal ditentukan

3. Menentukan *Changing Cells* pada model optimasi. *Changing Cells* yang dimaksud adalah variabel yang akan dicari nilainya dengan proses optimasi. Maka *Changing Cells* terdiri dari letak *cell* ukuran utama kapal awal atau *initial value*. Berikut gambar dari *Solver Parameter* setelah *charging cells* ditentukan.



Gambar IV 3 Tampilan *Solver Parameter*

4. Input batasan (*constraint*). *Constraint* merupakan batasan-batasan yang telah ditentukan dalam model optimasi. Langkah yang dilakukan untuk proses *input constraint* adalah memilih tombol add pada bagian Subject to the *constraint*.



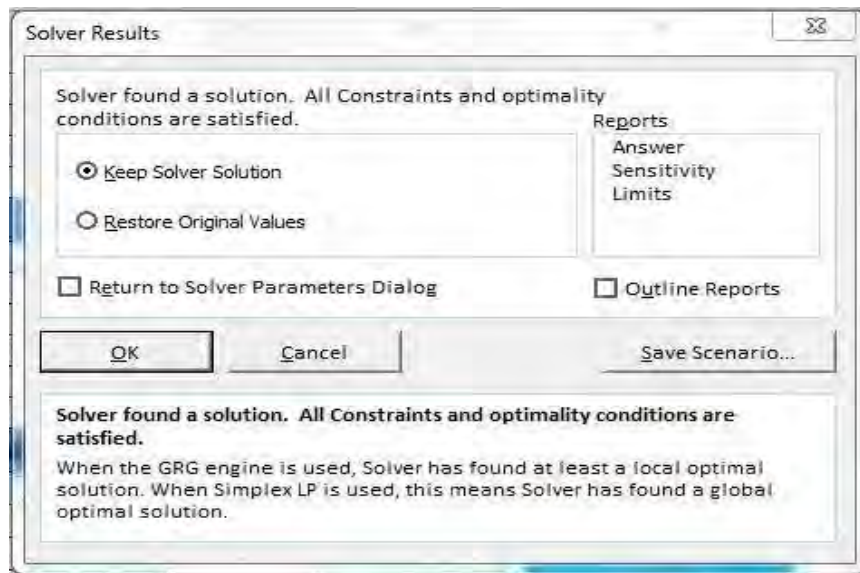
Gambar IV 4 Tampilan Solver Parameter Changing cell sudah ditentukan

Constraint harus diinput satu-persatu dengan menentukan nilai *constraint* tersebut apakah kurang dari sama dengan (\leq), lebih dari sama dengan (\geq), atau sama dengan ($=$). Berikut gambar Solver parameter setelah constraint dalam model dimasukkan.



Gambar IV 5 Tampilan Solver Parameter setelah Constraint dimasukkan

5. Menjalankan *running solver*, Setelah langkah-langkah diatas selesai dilakukan maka tahap terakhir adalah menjalankan *solver*. Untuk *running solver* klik tombol *solve* pada tampilan awal *solver*. Tunggu sampai proses optimasi selesai dan nilai variabel didapat. Jika semua constraint memenuhi maka akan keluar *dialog box* seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar IV 6 Kombinasi variabel *solver*

6. Untuk memperoleh kombinasi variabel serta hasil *solver* yang telah di running dapat dilihat dengan mengklik **Answer**, **Sensitivity**, dan **Limits** pada **Report** box.

IV.3.6 Hasil Optimasi

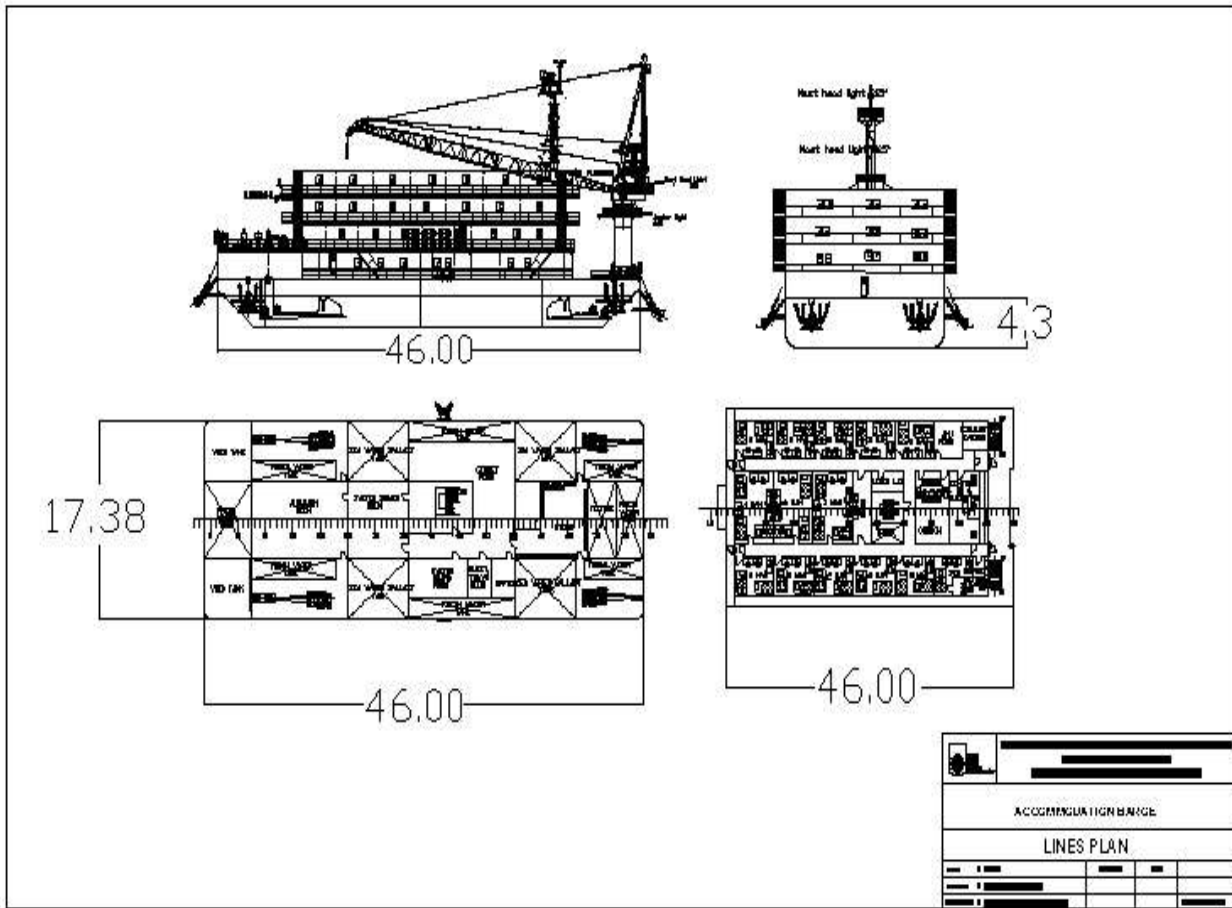
Hasil optimasi berupa ukuran utama kapal optimal yang memenuhi semua batasan (*constraint*) mulai dari batasan ukuran utama kapal, batasan perbandingan ukuran utama, batasan stabilitas, hukum Archimedes, *trim*, serta *freeboard*. Hasil optimasi menggunakan *solver* dan dilakukan pembulatan adalah sebagai berikut.

Tabel IV 6 Hasil Optimasi

No	Dimensi	Besar	Satuan
1	L	46.00	M
2	B	17.38.	M
3	T	2.7	M
4	H	4.3	M

IV.4 Desain *Layout* Awal

Setelah dihasilkan ukuran utama yang optimal maka didesain terlebih dahulu desain awal sebagai acuan perhitungan selanjutnya. Berikut gambar dari desain awal kapal Accommodation Barge.



Gambar IV 7 Desain Layout awal

IV.5 Perhitungan Awal

IV.5.1 Perbandingan Dimensi

Perbandingan ukuran utama kapal berpengaruh besar terhadap kapal itu sendiri. Berikut adalah pengaruh perbandingan tersebut.

- Perbandingan L/B kapal

Nilai semakin besar untuk kapal dengan kecepatan tinggi, tetapi mengurangi stabilitas kapal.

- Perbandingan L/H kapal

Nilai semakin besar dapat mengurangi kekuatan memanjang kapal.

- Perbandingan B/T kapal

Nilai semakin besar dapat menambah stabilitas kapal

- Perbandingan H/T kapal

Nilai ini berhubungan dengan daya apung cadangan di kapal (freeboard). Nilai besar dapat dijumpai di kapal cargo dan barang, sedangkan nilai kecil dapat dijumpai di kapal tanker.

Perbandingan ukuran utama awal di dapat dari kapal pembanding.

Lo/Bo	= 46 / 17,38	Persyaratan $2,15 < L/B < 3,6$ [kapal pembanding]
	= 2,646	MEMENUHI
Bo/To	= 17,38 / 2,7	Persyaratan $5,16 < B/T < 16,38$ [kapal pembanding]
	= 6,437	MEMENUHI
B0/Ho	= 17,38 / 4,3	Persyaratan $3,42 < T/H < 12,17$ [kapal pembanding]
	= 4,041	MEMENUHI

IV.5.2 Koefisien *Block* (Cb)

Cb adalah perbandingan volume yang tercelup dalam fluida dengan panjang, lebar, dan sarat. Dari perhitungan ukuran utama optimal didapat harga Cb [handbook TBK 1 oleh Ir. Petrus]:

$$C_b = \frac{\Delta}{L \times B \times T \times \rho}$$

$$= 0,912$$

IV.5.3 Koefisien *Midship* (Cm)

Cm adalah perbandingan luas *midship* yang tercelup dalam fluida dengan lebar, dan sarat. Dari perhitungan ukuran utama didapat harga Cm [handbook TBK 1 oleh Ir. Petrus]:

$$C_m = 0.977 + 0.085(C_b - 0.6)$$

$$= 0.978$$

IV.5.4 Koefisien *Perismatik* (Cp)

Cp adalah perbandingan Cb dengan Cm. Dari perhitungan ukuran utama didapat harga Cp [handbook TBK 1 oleh Ir. Petrus]

$$C_p = C_b / C_m$$

$$= 0.933$$

IV.5.5 Koefisien *Waterplan* (Cwp)

Cwp adalah perbandingan luas *waterplan* pada sarat dengan panjang dan lebar. Dari perhitungan ukuran utama didapat harga Cwp [handbook TBK 1 oleh Ir. Petrus]:

$$C_{wp} = 0.18 + 0.86 C_p$$

$$= 0.993$$

IV.5.6 Length Center Of Bouyancy (LCB)

LCB adalah jarak titik gaya angkat secara memanjang. Dari perhitungan yang optimal didapat harga Lcb [Schneekluth, 1998]:

$$LCB = 50 \% L$$

$$= 23 \text{ m dari AP}$$

$$= 0 \text{ m dari midship}$$

IV.5.7 *Freeboard*

Perhitungan *freeboard* mengacu pada kapal type B [International Convention on Load Lines 1966 and protocol of 1988]

Perhitungan lambung timbul berdasarkan PGMI (Peraturan Garis muat Indonesia).

- *Freeboard standard*

Yaitu *freeboard* yang tertera pada tabel *freeboard* standard sesuai tipe kapal. $Fb = 396 \text{ mm}$

- Koreksi untuk kapal di bawah 100 m (Fb_1)

Untuk kapal dengan panjang $24 < L < 100 \text{ m}$ dan mempunyai *superstructure* tertutup dengan panjang efektif mencapai 35% L . *Accommodation Barge* ini memiliki bangunan atas sehingga $Fb_1 = -125,04852$

- Koreksi koefisien blok (untuk kapal dengan $C_b > 0,68$)

$$Fb_2 = Fb \times (0,68 + C_b) / 1,36 \\ = -124,470 \text{ mm}$$

- Koreksi tinggi

Koreksi dilakukan apabila $D > L/15$

$$D = \text{tinggi kapal} = 4,3 \text{ m}$$

$$L/15 = 3,0446 \text{ m}$$

$$Fb_3 = 119,44 \text{ mm},$$

- Koreksi lengkung memanjang kapal

$$A = 1/6(2,5 \times (L+30) - 100(S_f + S_a)) \times (0,75 - S/2L) \\ = 32,1529 \text{ mm}$$

$$B = 0,125 \times L$$

$$= 9,111 \text{ mm}$$

Jika $A > 0$, maka koreksi LMK = A

$A < 0$, dan $|A| > B$ maka koreksi LMK = B

$A < 0$, dan $|A| < B$ maka koreksi LMK = A

- Maka koreksi LMK = 13,291 mm
- Koreksi bangunan atas $Fb_5 = 83,16 \text{ mm}$
- Lambung timbul minimum

Adalah penjumlahan dari semua koreksi untuk mendapatkan tinggi lambung timbul minimum.

$$\text{Freeboard standart} = 396 \text{ mm}$$

$$\text{Koreksi panjang kapal di bawah } 100 \text{ m} = -125,048 \text{ mm}$$

Koreksi koefisien blok = -124,470 mm

Koreksi *depth* = 119,439 mm

Koreksi Bangunan Atas = 83,16 mm

Lambung timbul (*Freeboard*) minimum = 758,37 mm

Dari perhitungan batasan yang telah dibuat didapat nilai lambung timbul minimum adalah 0,758 m. Lambung timbul hasil optimasi yang didapatkan dari H – T didapat nilai 1,6 m. Jadi lambung timbul *Accommodation Barge* telah memenuhi standar.

IV.5.8 Berat baja

Dalam menghitung berat baja kapal *Accommodation Barge* menggunakan metode Perhitungan berat baja kapal menurut *Harvald & Jensen Method (1992)*. Pertama yang harus dihitung adalah volume Bangunan Atas. Dalam Layout Awal sudah direncanakan bahwa dimensi Bangunan Atas (*Accommodation Deck*) adalah

$$LA = 30 \text{ m}$$

$$BA = 17,38 \text{ m}$$

$$HA = 2,4 \text{ m}$$

Sehingga volume *Accommodation Deck* = 1251,36 m³, karena *accommodation deck* berjumlah 3 (*accommodation deck* 1, 2 & 3) maka volume total = 3754,08 m³

Menghitung CS = $CSO + 0,06 \cdot e \cdot (0,5U + 0,1U^2,45)$

Dimana CSO = 0,058 (*pesenger ship*, karena digunakan untuk keperluan rumah singgah pekerja *offshore*)

$$U = \log (\Delta / 100) = 1,3054$$

Sehingga harga CS = 0,855

Menghitung berat baja dengan rumus $L \cdot B \cdot DA \cdot CS = 614,87 \text{ ton}$

IV.5.9 Berat perlengkapan

Untuk mengetahui detail perlengkapan dan peralatan Tongkang terlebih dahulu dihitung Equipment Number tongkang. ABS telah menentukan harga $EN = \Delta^{2/3} + 2(Ba + bh) + 0,1A$. Dimana:

$$\Delta = \text{molded displacement}$$

$$= 2003,379 \text{ ton}$$

$$B = \text{Lebar Accommodation Barge}$$

$$= 17,38 \text{ m}$$

$$a = \text{freeboard}$$

$$= 0,69 \text{ m}$$

b = Lebar maksimum Accommodation Deck

= 30 m

h = tinggi layer Accommodation Deck

= 2.4 m

A = lusan *profile view* diatas sarat

= 72.547 m²

EN = 335.08

Dari nilai yang didapat selanjutnya dicocokkan dengan tabel berikut:

Tabel IV 7 Pemilihan E & O berdasarkan EN
(*Sumber: ABS, 2014*)

Equipment Numeral	Equipment Number*	Stockless Bower Anchors		Chain Cable Stud Link Bower Chain			
		Number	MassperAnchor, kg	Length, m	Diameter		
					Normal- Strength Steel (Grade 1), mm	High-Strength Steel(Grade 2), mm	Extra High- Strength Steel (Grade 3), mm
UA11	130	2	340	275	19	17.5	—
UA12	140	2	390	275	19	17.5	—
U6	150	2	480	275	22	19	—
U7	175	2	570	302.5	24	20.5	—
U8	205	2	660	302.5	26	22	20.5
U9	240	2	780	330	28	24	22
U10	280	2	900	357.5	30	26	24
U11	320	2	1020	357.5	32	28	24
U12	360	2	1140	385	34	30	26
U13	400	2	1290	385	36	32	28
U14	450	2	1440	412.5	38	34	30
U15	500	2	1590	412.5	40	34	30

Equipment Numeral	Equipment Number*	Towline Wire or Rope			Hawsers			
		Length, m	Breaking Strength,		Number	Length of Each, m	Breaking Strength,	
			KN	kgf			kN	kgf
UA11	130	180	98	10000	3	120	49	5000
UA12	140	180	98	10000	3	120	49	5000
U6	150	180	98	10000	3	120	54	5500
U7	175	180	112	11400	3	120	59	6000
U8	205	180	129	13150	4	120	64	6500
U9	240	180	150	15300	4	120	71	7250
U10	280	180	174	17750	4	140	78	7950
U11	320	180	207	21100	4	140	86	8770
U12	360	180	224	22850	4	140	93	9500
U13	400	180	250	25500	4	140	101	10300
U14	450	180	277	28250	4	140	108	11000
U15	500	190	306	31200	4	160	123	12500

Dari tabel di atas diketahui bahwa Tongkang tersebut minimal harus memenuhi peralatan dan perlengkapan kapal sebagai berikut:

Tabel IV 8 Daftar Peralatan Tongkang

No	Item	Jumlah minimal	Jumlah diambil	panjang per satuan		Berat per satuan		Total	
1	jangkar	2	4			1020	kg	4080	kg
2	rantai jangkar		4	357.5	m	33.2	kg	47476	kg
3	towline			180	m	0.817	kg	147.06	kg
4	hawsers	4	8	140	m	0.293	kg	328.16	kg
5	windlass	2	4			650	kg	2600	kg
6	crane	1				5200	kg	5200	kg

7	Winch machine	2	4			2000		8000	
TOTAL BERAT E&O =								147075.22	kg
								147.075	ton

IV.5.10 LWT dan DWT

1. LWT

LWT merupakan berat baja kapal kosong termasuk mesin kapal. diatas telah dihitung berat baja kapal sedangkan Accommodation Barge yang didesain hanya memakai Generator Set (genset). Perhitunganya sebagai berikut :

Nama	Jumlah	Watt	Total
Komputer	20	550	11000
Lampu	164	20	3280
Pompa	4	1500	6000
Alat navigasi	8	400	3200
Lampu navigasi	4	200	800
Crane	1	3700	3700
Floodlight	4	400	1600
winch machine	4	4500	18000
laundry machine	8	250	2000
Iron	2	200	400
Freezer	1	1000	1000
tv/video room	2	110	220
Terminal lain	4	200	800
Lain-lain	1	1000	1000
		total	53000

kebutuhan tenaga = 53 kw

65,55349 kva

pemilihan

generator

Yanmar

tenaga = 20 kVA

panjang = 1,9 m

lebar = 0,8 m

tinggi = 1,1 m

berat = 3 * 8,10 (1 *generator* untuk cadangan)

= 24,51 Ton

2. DWT

DWT merupakan berat kapal consumable, payload(penumpang) dan kru.

1. kebutuhan minyak pelumas untuk mesin genset 35/liter/day dan diasumsikan konsumsi minyak pelumas sampai 3 bulan, sehingga total LO = 0,569 ton/3bln.

2. Kebutuhan air tawar AB

#kebutuhan air tawar untuk mandi, minum, dan masak

Kebutuhan air tawar untuk

Pekerja dan kru = 100 kg/person/days

Jumlah = 115 Orang

Berat air tawar = 11,5 Ton

Berat air tawar per trip = 1035 Ton

3. Berat makana (provision)

Konsumsi provision = 10/person/day

Jumlah pekerja dan kru = 115 orang

Turn Around Time = 90 Hari

Berat provisions = 103,5 ton

4. Berat orang dan bawaan

Konstanta berat orang dan bawaan = 85 kg

Jumlah pekerja dan kru = 115Orang

Berat dan bawaan = 9,775 ton

total berat LWL & DWT = 1173,335 ton

5. Perhitungan berat volume tangki

Berat air tawar dalam tangki = 156,366 m³

Berat air tawar dalam tangki = 73,093 m³

Berat air tawar dalam tangki = 45,2887 m³

Total = 181,155 m³

Berat ballast tank = 204,22 m³

IV.6 Perhitungan Selanjutnya

IV.6.1 Pengecekan Titik Berat

Perhitungan titik berat baja tongkang dilakukan dengan menggunakan *Harvald & Jensen method*.

1. Berat Baja Kapal = 615,498 ton

$$KG = DA \times CKG$$

$$= 4,857$$

$$\text{LCG dari midship} = -0,15 + \text{LCB}$$

$$= 0,692 \%$$

$$\text{Dalam meter} = \text{LCG}(\%) * L$$

$$= 0,318 \text{ m}$$

$$\text{VCG baja tongkang} = \text{total momen VCG} / \text{berat total}$$

$$= 4,858 \text{ m dari Keel}$$

2. Titik berat peralatan dan perlengkapan:

Untuk titik berat peralatan dan perlengkapan diasumsikan berada pada di tengah-tengah dan setinggi tongkang jadi :

$$\text{LCG} = 23 \text{ m dari AP}$$

$$= 0 \text{ m dari midship}$$

$$\text{VCG} = 4,3 \text{ m dari keel}$$

3. Untuk titik berat tangki ditunjukkan dalam table berikut:

Tabel IV 9 Perhitungan Titik Berat Tangki

Tangki	Berat (ton)	LCG (m)	Momen LCG (ton m)	KG (m)	Momen KG (ton m)
Tangki FW 1	156,366	0	0	10,091	1577,900
Tangki FW 2 & 3	173,094	0	-348,362181	6,032	1044,067
Tangki FW 4-7	181,155	0	348,3621814	4,774	864,847
Ballast Tank	204,220	0	-331,219296	3,774	974,959
	714,835		0		4461,774

Dari tabel di atas diketahui nilai dari:

$$\text{Berat total baja} = 89,287 \text{ ton}$$

$$\text{Total momen LCG} = 0 \text{ ton m}$$

$$\text{Total momen VCG} = 4,865 \text{ ton m}$$

Jadi, LCG Tangki = total momen LCG/ berat total = 0 m dari midship. Sedangkan VCG nya = total momen VCG/berat total = 6,242 m dari keel.

Berikut merupakan tabel perhitungan titik berat total:

Tabel IV 10 Perhitungan Titik Berat Baja Kapal

Titik Berat Baja		
Berat baja	615,498	ton

KG	4,858	m dari keel
LCG	0,319	m dari midsahip
Titik Berat E&O		
berat E&O	147,075	ton
KG	4,3	m dari keel
LCG	0	m dari midship
Titik Berat Tangki		
berat tangki	714,838	Ton
KG	4,865	m dari keel
CG	0	m dari midship
Titik Berat Gabungan		
Total berat	1477,408	Ton
KG	2,452	m dari keel
LCG	0,133	m dari midship

IV.6.2 Hukum Archimedes

Total berat (LWT & DWT) = 2035,265 ton

$$\Delta = 2003,380 \text{ ton}$$

Persyaratan Δ harus lebih besar antara 0 % sampai 5% dari berat total kapal.

Maka

$$\text{selisih} = 31,89 \text{ Memenuhi}$$

$$\% \text{ selisih} = 1,59 \% \text{ Memenuhi}$$

IV.6.3 Trim

Trim adalah perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan even keel merupakan kondisi dimana sarat belakang T_a dan sarat depan T_f adalah sama dimana sarat dihitung dari *Baseline*. Trim terbagi dua yaitu:

1. Trim haluan
2. Trim buritan

Perhitungan trim dengan rumus yang diambil dari Parametric Design chapter 11 [Parsons]:

* Titik berat kapal (KG dan LCG)]

$$KG = 2,452 \text{ m}$$

$$LCG = 0 \text{ m}$$

* Titik berat gaya tekan keatas (KB dan LCB)]

$$LCB = 0 \text{ m}$$

$$KB/T = 0,5088$$

$$KB = 1,3737 \text{ m}$$

* Jari-jari *metacentre* melintang kapal (BM_T)

$$BM_T = I_T / V$$

dimana :

I_T = momen inersia melintang kapal

$$= C_{IT} * B^3 * L$$

$$C_{IT} = 0,0797$$

$$I_T = 19258 \text{ m}^4$$

Jadi jari-jari *metacentre* melintang kapal adalah :

$$BM_T = 9,853 \text{ m}$$

* Jari-jari *metacentre* memanjang kapal (BM_L)

$$BM_L = I_L / V$$

dimana :

I_L = momen inersia memanjang kapal

$$= C_{IL} * B * L^3$$

$$C_{IL} = 0,0889$$

$$I_L = 150480 \text{ m}^4$$

Jadi jari-jari *metacentre* memanjang kapal adalah :

$$BM_L = 76,9911 \text{ m}$$

- * Tinggi *metacentre* memanjang kapal (GM_L)

$$GM_L = KB + BM_L - KG$$

$$GM_L = 75,91 \text{ m}$$

- * Selisih LCG dan LCB

$$LCB - LCG = 0,132 \text{ m}$$

- * Trim = $(LCB - LCG) * (L / GM_L)$

$$\text{Trim} = 0,080$$

- * Pengecekan kondisi dan kriteria trim

$$\text{Kondisi} = \text{Trim Buritan}$$

$$\text{Kriteria} = 0,1\% Lwl \quad \text{m}$$

$$= 0,132 \quad \text{m}$$

$$\text{Status} = \text{Memenuhi}$$

IV.6.4 Stabilitas Kapal

Detail perhitungan stabilitas dapat dilihat di lampiran. Batasan yang digunakan untuk stabilitas menggunakan standar IS Code. Berikut adalah pemeriksaan hasil hitungan yang telah dibandingkan dengan batasannya:

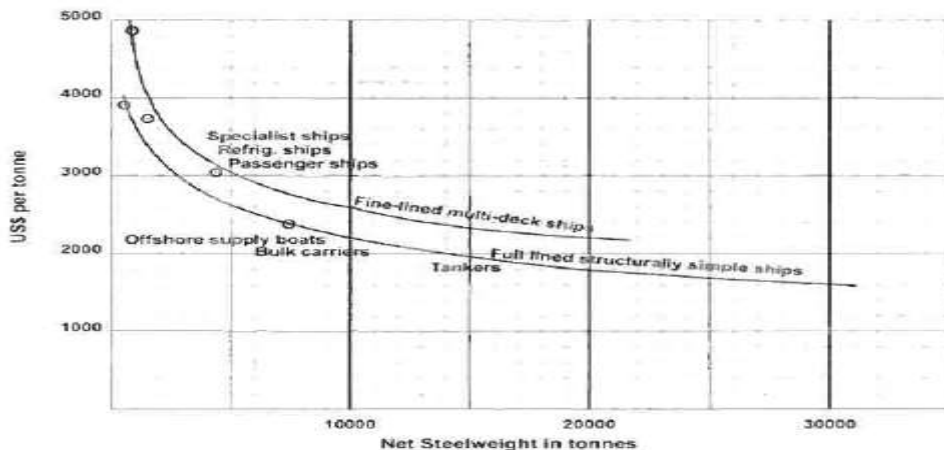
- Tinggi Metacentre (MG) pada sudut oleng 0° tidak boleh kurang dari 0,15 m, hasil optimisasi MG = 9,0224 m (memenuhi).
- Lengan statis (GZ) pada sudut oleng $> 30^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,20 m, hasil optimisasi GZ = 2,4552 m (memenuhi).
- Lengan stabilitas statis (GZ) maksimum harus terjadi pada sudut oleng sebaiknya lebih dari 15° dan tidak boleh kurang dari 25° , hasil optimisasi GZ maks terjadi pada sudut 56° (memenuhi).
- Luasan bidang yang terletak dibawah lengkung lengan statis (GZ) diantara sudut oleng 30° dan 40° tidak boleh kurang dari 0,03 m radian, hasil optimisasinya adalah 0,0386 m (memenuhi).
- Lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari 0,055 m radian sampai dengan 30° sudut oleng, hasil optimisasinya adalah 0,4308 m (memenuhi).

- Lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari 0,09 m radian sampai dengan 40° sudut oleng, hasil optimisasinya adalah 0,9322 m (memenuhi).

Dari hasil pemeriksaan diatas maka telah dibuktikan bahwa ukuran utama yang dihasilkan dari proses optimasi solver telah memenuhi semua kriteria stabilitas.

IV.7 Perhitungan Biaya Structural Tongkang

Untuk perhitungan biaya structural tongkang, yang dijadikan sebagai fungsi obyektif dalam proses optimasi, menggunakan rumus pendekatan dari *International Convention Tonnage Measurement 1969*. Perhitungan dilakukan dengan mengalikan berat *structural cost* dan *Outfitting Cost* dengan harga per tonnya. Dimana harga per ton (Cst) didapatkan dari regresi kurva yang ada di *Practical Ship Design*



Gambar IV 8 estimasi structure cost watson
(Sumber: *Practical Ship Desgn*, David G. M. Watson)

1. Structural Cost

$$P_{ST} = W_{ST} \cdot C_{ST} \quad [\text{US \$}]$$

W_{ST} = Berat Baja Tongkang

$$= 615,50 \text{ ton}$$

C_{ST} = pendekatan biaya berat baja per ton

Tabel regresi di dapat dari gambar VI.8 estimasi structure cost watson, adalah sebagai berikut:

Tabel IV 11 Pendekatan Strucktur Cost

Structural Cost			
X	Y	X	Y
446,11	4016,44	16000,00	1902,36
1000,00	3573,25	17000,00	1864,79

2000,00	3177,98	18000,00	1831,24
3000,00	2920,54	19000,00	1801,64
4000,00	2747,85	20000,00	1775,87
5000,00	2615,74	21000,00	1753,82
6000,00	2504,97	22000,00	1734,88
7000,00	2409,15	23000,00	1717,95
8000,00	2324,65	24000,00	1701,91
9000,00	2250,50	25000,00	1685,99
10000,00	2186,17	26000,00	1670,22
11000,00	2130,37	27000,00	1654,70
12000,00	2080,29	28000,00	1639,54
13000,00	2033,18	29000,00	1624,81
14000,00	1987,39	30000,00	1610,40
15000,00	1943,50	31000,00	1596,18
		31275,60	1592,27

Hasil regresi:

$$Y = a X^4 + b X^3 + c X^2 + d X + e$$

$$a = 0,0000000000$$

$$b = -0,0000000011$$

$$c = 0,0000297990$$

$$d = -0,3899111919$$

$$e = 3972,1153341357$$

$$C_{ST} = 3.787,78 \text{ US \$/ton}$$

$$P_{ST} = 1.859.194,26 \text{ US \$}$$

$$= \text{Rp}29.029.210.462,00$$

1. *Non-weight cost*

$$P_{nw} = pst \cdot C_{nw} \quad [\text{US \$}]$$

$$C_{nw} = 10 \% \text{ (asumsi)}$$

$$= 147,075 \text{ ton}$$

$$P_{nw} = \text{pendekatan biaya berat E\&O per ton}$$

$$P_{E\&O} = 230.390 \text{ US \$}$$

$$= \text{Rp}2.071.211.127,00$$

Jadi total biaya pembangunan tongkang adalah 2.534.296,15 US \$ atau Rp 31.932.131.508,00.

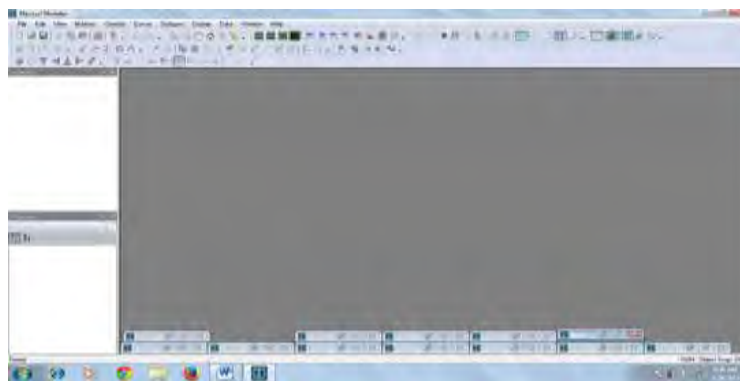
IV.8 Desain Rencana Garis

Rencana Garis merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan *body* kapal di bawah garis air yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, *body plan* (secara melintang), *sheer plan* (secara memanjang) dan *half breadth plan* (dilihat dari atas).

Dalam membuat Rencana Garis dibutuhkan metode untuk mengerjakannya. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, menggunakan *sample design*. *Sample desain* yang dimaksud yaitu menggunakan contoh kapal tongkang yang sudah ada kemudian mengubah parameter sesuai dengan ukuran utama yang sudah di dapatkan di perhitungan sebelumnya. Seperti Panjang, Lebar, Sarat, Tinggi, Cb, Lcb dan lain-lain.

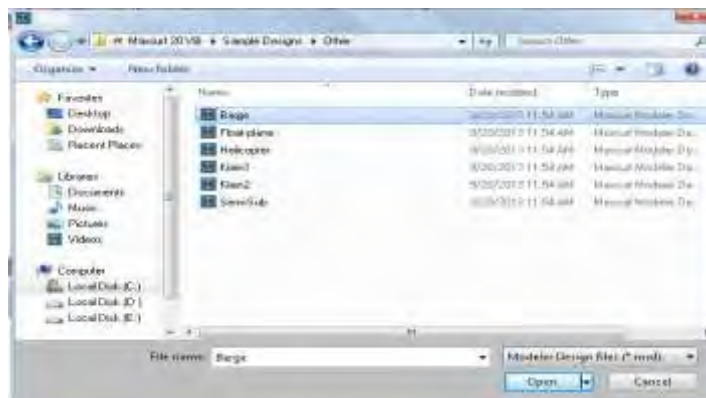
Dalam pembuatan Rencana Garis dengan *sample design*, menggunakan *software maxsurf 20 v8i*. Adapun langkah-langkah pengerjaannya sebagai berikut:

1. Membuka *software* Maxsurf 20 v8i. Berikut tampilan layar kerja *software* maxsurf pada gambar dibawah ini.



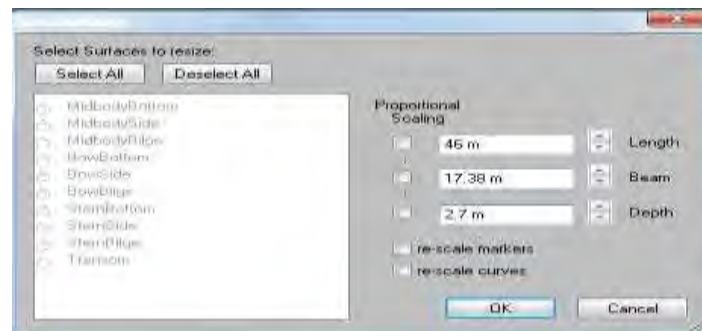
Gambar IV 9 Layar Kerja Software Maxsurf

2. Membuka *sample designs* sesuai kapal yang akan dibuat.*file – open desain – maxsurf – sample desain – open*. berikut adalah tampilan *sample designs*.



Gambar IV 10 Tampilan Open Design

3. kemudian memasukkan ukuran pada *size surface* dan akan tampil dialog box seperti pada gambar dibawah :

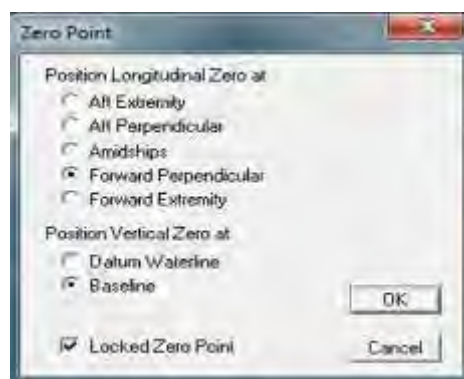


Gambar IV 11 Tampilan *Size Surface*

Kemudian centang semua *surface*, lalu masukkan ukuran sesuaikan dengan Lpp, B, dan H kapal. Setelah dalam perhitungan selanjutnya, angka dalam *size surface* akan berubah dengan sendirinya sesuai dengan perhitungan.

4. Menentukan Letak Titik Nol

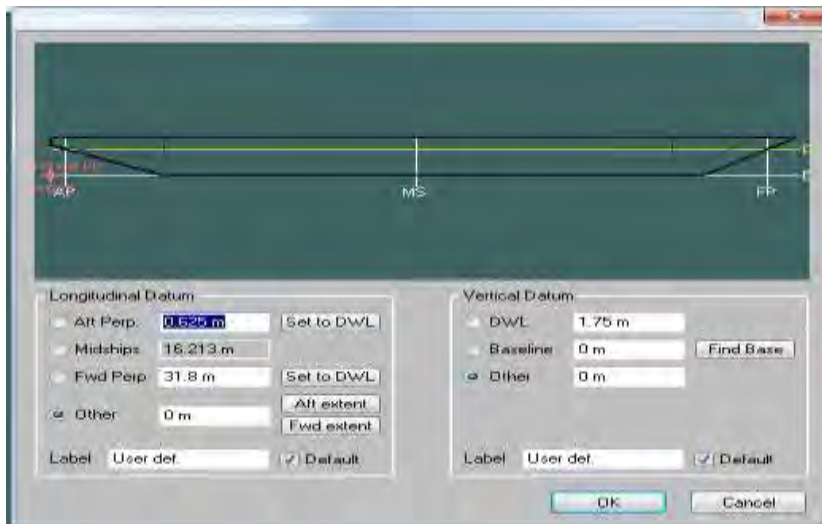
Untuk menentukan letak titik nol dari menu data dipilih *Zero Point*, akan muncul kotak dialog berikut :



Gambar IV 12 Tampilan *Zero point*

5. Penentuan Lpp (*Frame of Reference*)

Setelah ukuran utama ditentukan maka langkah selanjutnya adalah menentukan Lpp. Lpp adalah jarak dari AP ke FP. Fp adalah garis tegak lupus yang memotong linggi haluan kapal dan sarat dan Ap adalah garis tegak lurus pada buritan kapal sebagai sumbu kemudi kapal. Oleh karena itu dalam penentuan Lpp data yang diperlukan adalah tinggi sarat dan jarak Lpp. Untuk memasukkan nilai Lpp dan sarat, pilih menu data kemudian klik *Frame of Reference*, maka akan muncul kotak dialog seperti dibawah ini :

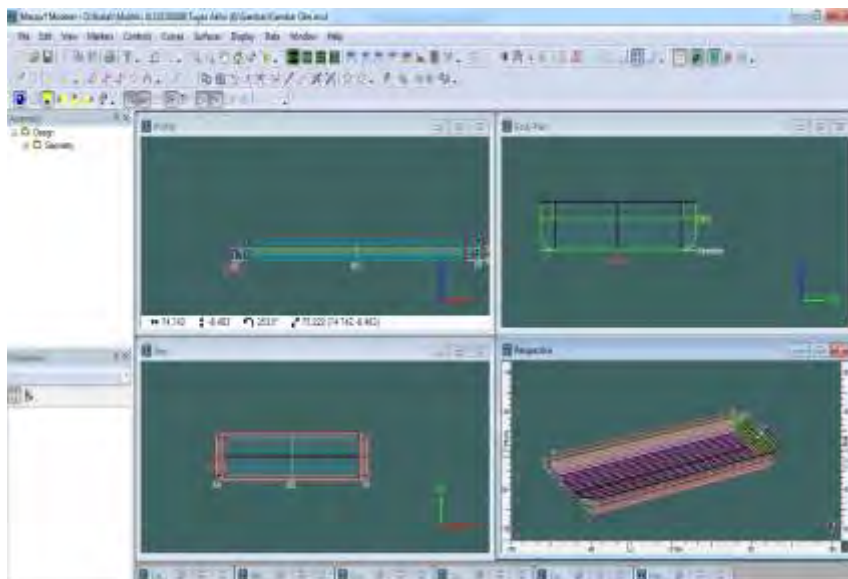


Gambar IV 13 Tampilan *Frame of Reference*

Kemudian memasukkan angka sarat pada DWL dan Lpp pada Aft Perp yang bernilai negatif. Klik *find base* – ok

6. Penentuan Rencana Garis *Accommodation Barge (Transform Dialogi)*

Pada bagian transform dialog proses pembuatan Rencana Garis dengan memasukkan Cb, LCB, Displacement, LWL, B, T. Setelah dimasukan data input tersebut dengan menekan tombol search maka Rencana Garis akan langsung terbentuk. Kemudian dilakukan cek displacement dengan cara mencocokkan displacement pada maxsurf dan dari hasil perhitungan, apabila belum memenuhi maka kita dapat merubah desain dengan menggerakkan kontrol poin sampai displacement yang diinginkan dapat sesuai.



Gambar IV 14 Rencana Garis dalam berbagai pandangan

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	416.3	tonne
2	Volume	40614600.0	mm ³
3	Draft to Baseline	2300	mm
4	Immersed depth	2300	mm
5	Lwl	36676.9	mm
6	Beam wl	7991.1	mm
7	Wpa	312976363	mm ²
8	Max cross sect area	17725072.6	mm ²
9	Waterplane area	219489166	mm ²
10	Cp	0.62	
11	Cb	0.599	
12	Cm	0.960	
13	Cwp	0.746	
14	LCB from zero pt	19303.6	mm
15	LCF from zero pt	16585.5	mm
16	KCB	1268.2	mm
17	KG	0	mm
18	BM	2201.6	mm
19	BMI	89617.6	mm
20	GM	3459.9	mm
21	GMI	42076.1	mm
22	KMI	3459.9	mm
23	KMI	42076.1	mm
24	Immersion (TPC)	2.25	tonne/cm
25	MTC	4.61	tonne.m
26	RM at 1deg = GMI/DI	25137.8	tonne.m
27	Precision	Medium	50 station

Density: 0.00000000 Recalculate
VCG: 0 mm Close

Gambar IV 15 Tampilan Tabel Pengecekan di Maxsurf

7. Menentukan Pembagian *Station*, *Buttock* dan *Water line*

Setelah Lines terbentuk dan semua ukuran telah memenuhi maka langkah berikutnya adalah menentukan pembagian station, buttock dan water line. Pembagian station, buttock dan water line tersebut dibagi sesuai dengan perencanaan. Untuk station kapal ini dibagi menjadi 10 station dari AP sampai FP. Untuk waterline dan buttock direncanakan berjarak 0.5 m.

	Label	Station mm	Split
1	st 1	-1900.0	
2	st 0	0.0	
3	st 1	1900.0	
4	st 2	3800.0	
5	st 3	5700.0	
6	st 4	7600.0	
7	st 5	9500.0	
8	st 6	11400.0	
9	st 7	13300.0	
10	st 8	15200.0	
11	st 9	17100.0	
12	st 10	19000.0	
13	st 11	20900.0	
14	st 12	22800.0	

Sections ☒ Buttocks ☐ Waterlines ☐ Diagonals ☐
Add Delete Sort Space OK Cancel

Gambar IV 16 Tampilan Pembagian Station

	Label	Buttocks mm
1	BL 0	0.0
2	BL 0.5	500.0
3	BL 1	1000.0
4	BL 1.5	1500.0
5	BL 2	2000.0
6	BL 2.5	2500.0
7	BL 3	3000.0
8	BL 3.2	3250.0
9	BL 3.5	3500.0
10	BL 3.7	3750.0
11	BL 4	4000.0

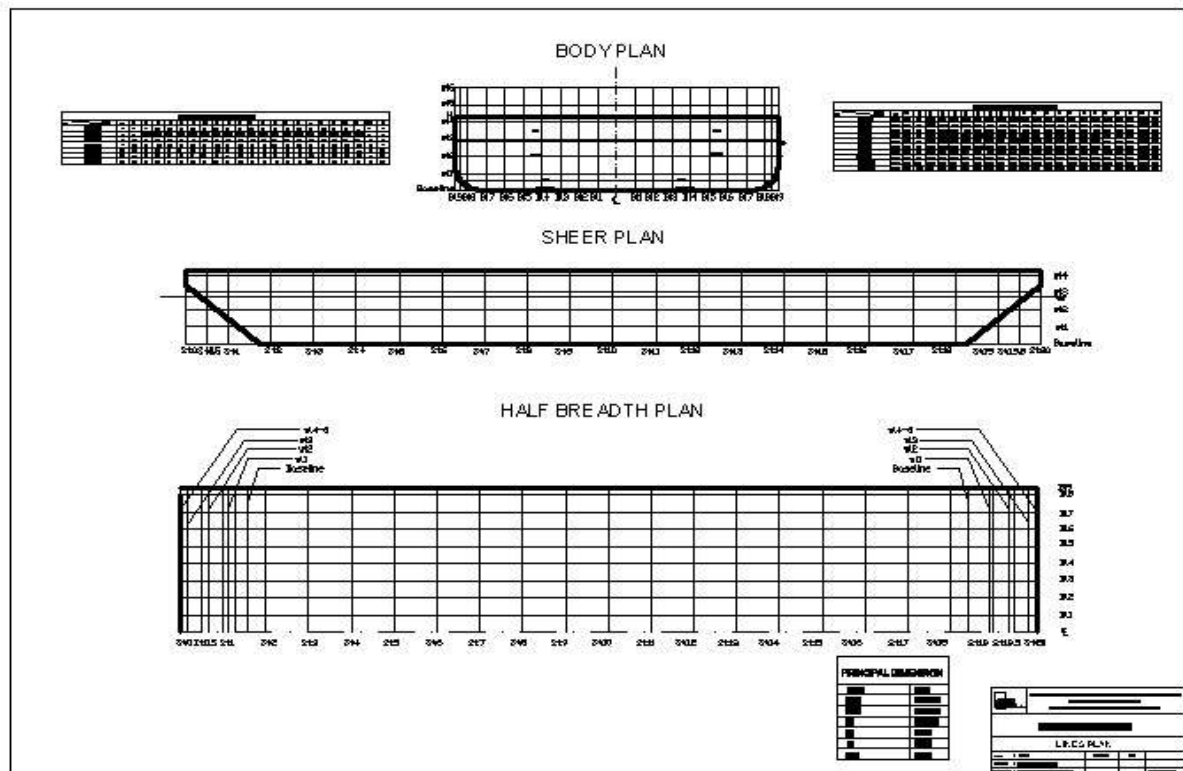
Sections ☐ Buttocks ☒ Waterlines ☐ Diagonals ☐
Add Delete Sort Space OK Cancel

	Label	Waterlines mm
1	wl 0	0.0
2	wl 0.125	125.0
3	wl 0.25	250.0
4	wl 0.375	375.0
5	wl 0.5	500.0
6	wl 0.75	750.0
7	wl 1	1000.0
8	wl 1.5	1500.0
9	wl 2	2000.0
10	wl 2.5	2500.0

Sections ☐ Buttocks ☐ Waterlines ☒ Diagonals ☐
Add Delete Sort Space OK Cancel

Gambar IV 17 Tampilan Pembagian Buttock dan Waterline

8. Kemudian memindahkan ke program autocad. File – export – dxf and iges – 2d dxf – ok



Gambar IV 18 Rencana Garis

IV.9 Desain Rencana Umum

Rencana Umum / *General Arrangement* dalam "Ship Design and Cosntruction, Bab III" didefinisikan sebagai desain ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya. Ruangan-ruangan tersebut misalnya : ruang muat, ruang akomodasi, ruang mesin, dll. Disamping itu, juga meliputi desain penempatan lokasi ruangan beserta aksesnya. Rencana Umum dibuat berdasarkan Rencana Garis yang telah didesain sebelumnya. Dengan Rencana Garis secara garis besar, bentuk badan *Accommodation Barge* akan terlihat sehingga memudahkan dalam mendesain serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing.

IV.9.1 Desain Letak Sekat

Dalam peraturan BKI 2006 Sec. 11, persyaratan untuk pembagian sekat ruang muat (kamar mesin dibelakang) adalah sebagai berikut :

Tabel IV 12 Pembagian Sekat

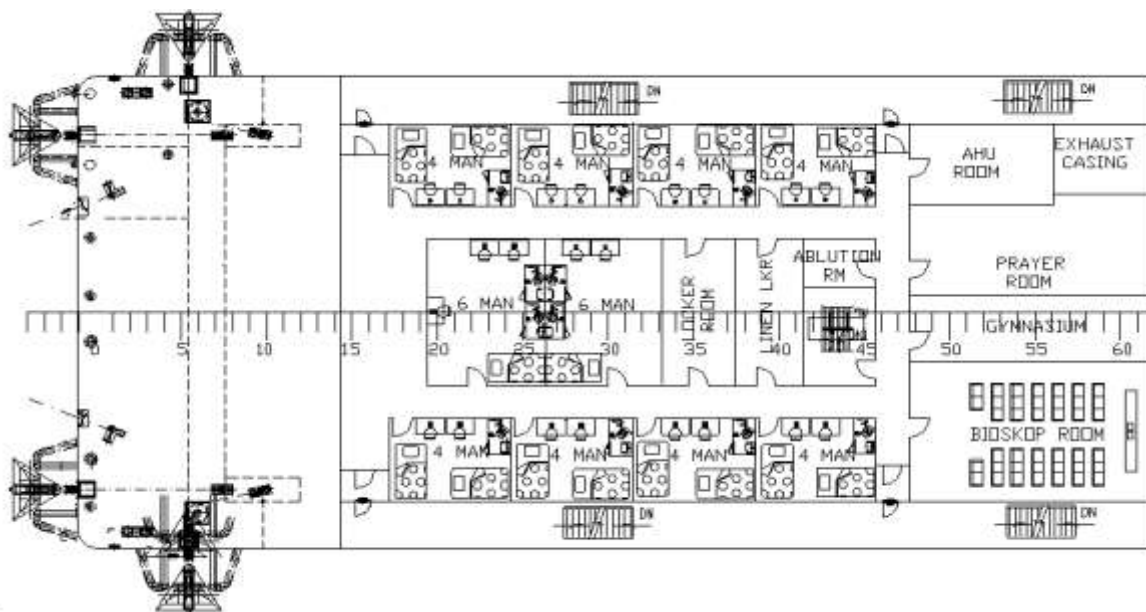
L [m]	Letak ruang mesin	
	Belakang	lainnya
$L \leq 65$	3	4
$65 \leq L \leq 85$	4	4
$85 \leq L \leq 105$	4	5
$105 \leq L \leq 125$	5	6
$125 \leq L \leq 145$	6	7
$145 \leq L \leq 165$	7	8
$165 \leq L \leq 185$	8	9
$L > 185$	dipertimbangkan secara khusus	

Dari tabel diatas didapatkan bahwa minimum sekat kedap untuk Accommodation Barge ini adalah 3 sekat. Sekat pertama di letakkan 4,2 meter dari belakang kapal (AP), sekat ke dua di letakkan 21,6 dari AP, sedangkan sekat ke tiga di letakkan 12 dari FP.

IV.9.2 Desain Ruang Accommodation Deck 1

Dalam *Accommodation deck 1* didesain ruangan-ruangan yang buat kebutuhan pekerja, yaitu:

1. Dua tipe kamar tidur, pertama kamar tidur buat 4 orang berjumlah 8 kamar sedangkan yang kedua kamar tidur buat 6 orang berjumlah 2 kamar. Total penghuni kamar = 44 orang. Fasilitas yang ada di kamar yaitu kamar mandi, tempat tidur dan meja.
2. Sedangkan untuk menunjang kegiatan pekerja di *Accommodation Deck 1*, dibuatkan ruangan-ruangan khusus, yaitu : *Locker room*, *pray room*, *linker locker*, tempat *gym*, *bioskop room*.

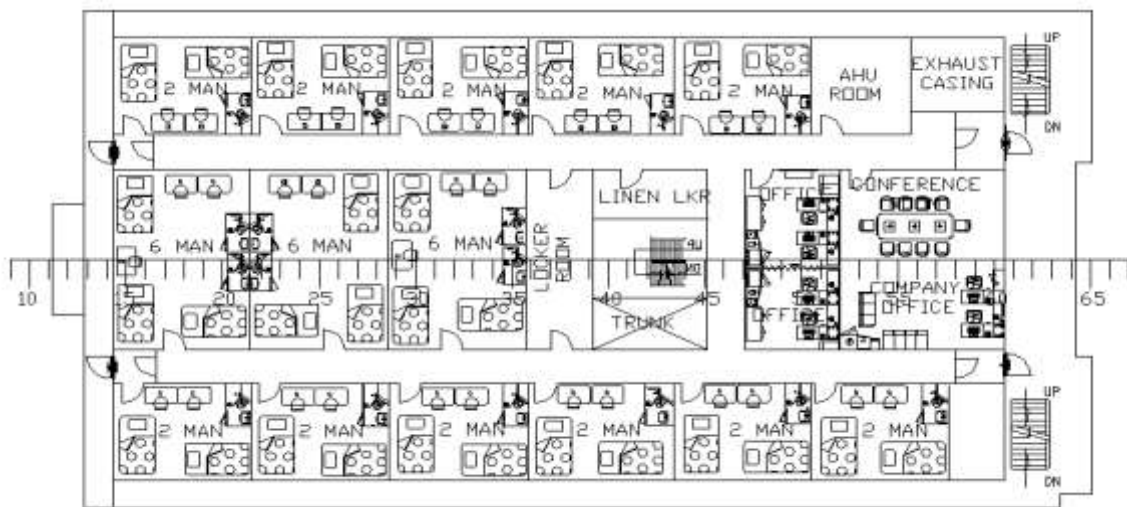


Gambar IV 19 Desain Accommodation deck 1

IV.9.3 Desain Ruang *Accommodation Deck 2*

Dalam *Accommodation deck 2* dirancang ruangan-ruangan yang buat kebutuhan pekerja, yaitu :

1. Dua tipe kamar tidur, pertama kamar tidur buat 2 orang berjumlah 11 kamar sedangkan yang kedua kamar tidur buat 6 orang berjumlah 3 kamar. Total penghuni kamar = 40 orang. Fasilitas yang ada di kamar yaitu kamar mandi, tempat tidur dan meja.
2. Sedangkan untuk menunjang kegiatan pekerja di *Accommodation Deck 2* buat ruangan-ruangan khusus, yaitu : *Locker room*, *pray room*, *linker locker*, *office*, *company office* dan *converence room*.

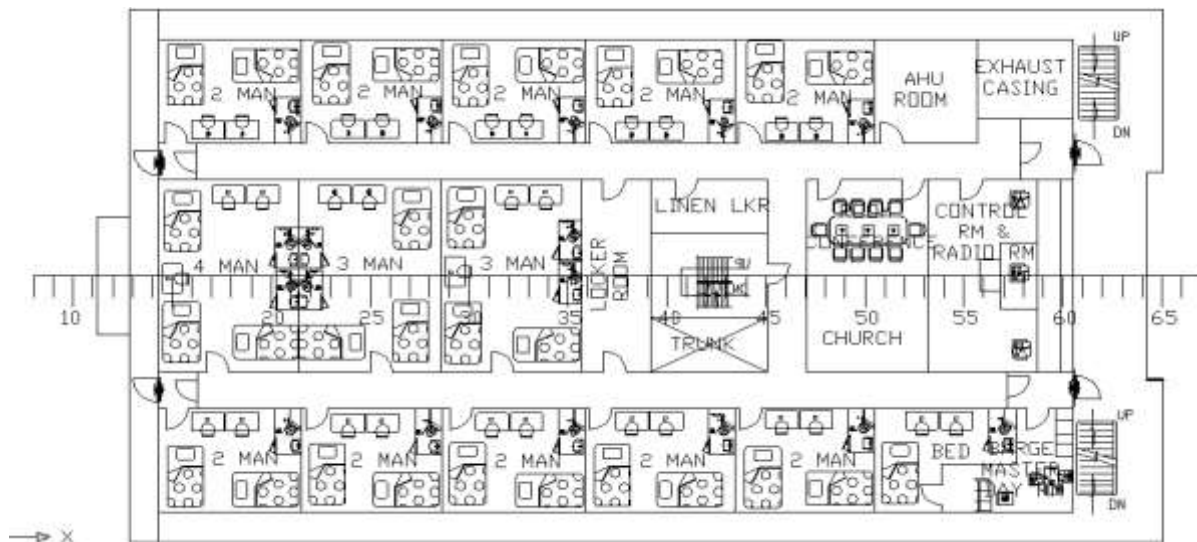


Gambar IV 20 Desain *Accommodation Deck 2*

IV.9.4 Desain Ruang *Accommodation Deck 3*

Dalam *Accommodation deck 2* dirancang ruangan-ruangan yang buat kebutuhan pekerja, yaitu :

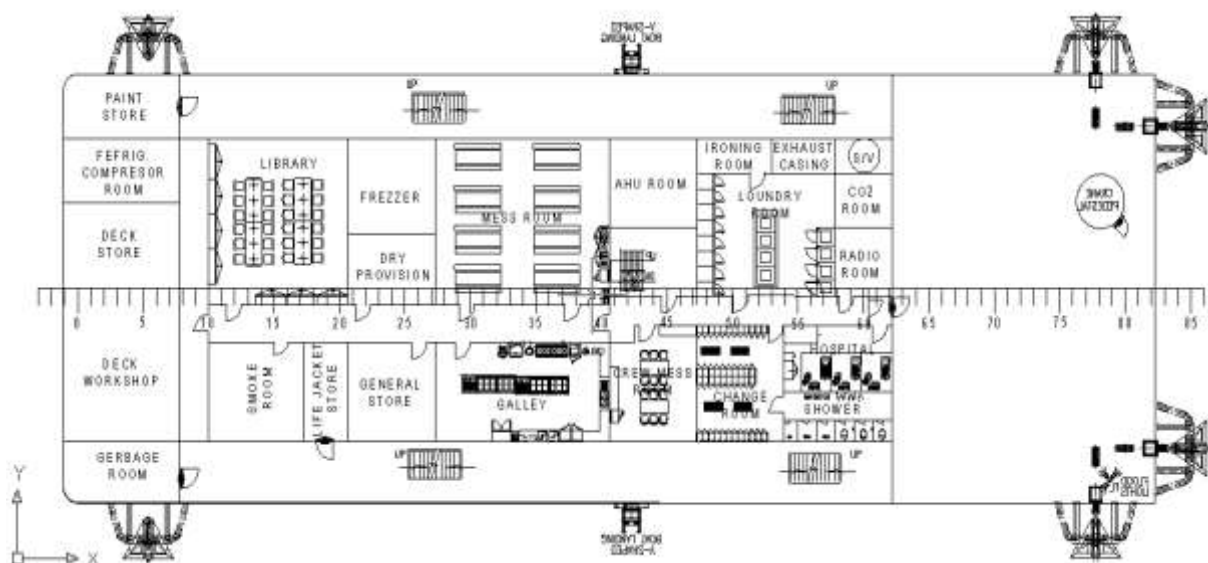
1. Empat kamar tidur, pertama kamar tidur buat 2 orang berjumlah 10 kamar. Kedua kamar tidur buat 4 orang berjumlah 1 kamar. Ketiga, kamar tidur buat 3 orang berjumlah dua kamar. Keempat kamar khusus buat *Captain* kapal. Total penghuni kamar = 31 orang. Fasilitas yang ada di kamar yaitu kamar mandi, tempat tidur dan meja, khusus untuk ruang captain terdapat ruang kerja dan ruang kegiatan sehari-hari.
2. Sedangkan untuk menunjang kegiatan pekerja di *Accommodation Deck 3* dibuatkan ruangan-ruangan khusus, yaitu : *Locker room*, *pray room*, *linker locker*, *converence*, dan *control room*.



Gambar IV 21 Desain Accommodation deck 3

IV.9.5 Desain Main Deck

Desain ruangan di *main deck* dikhususkan untuk tempat untuk kebutuhan pekerja setiap hari. Seperti tempat membaca, tempat makan, tempat bersantai, tempat mencuci pakaian, menyetrika dan berbagai tempat penyimpanan. Bisa dilihat dari gambar dibawah *main deck* di bawah ini.



Gambar IV 22 Desain Main Deck

Di *main deck* di letakkan crane di ujung depan *Accommodation Barge*, dimana kapasitas crane tersebut mampu mengangkat beban seberat 10 ton. Kemudian dipasang jangkar berjumlah 8 buah yang diletak di sisi depan dan belakang *Accommodation Barge* yang berfungsi untuk sistem tambat, yang akan di tenam di dekat *offshore* di daerah Blok Pangkah.

sehingga pengisianya dapat lama dan menghemat biaya sehingga lebih efisien. Dimensi dari tangki :

1. Tangki FW 1

Panjang = 5,2 m

Lebar = 6,9 m

Tinggi = 2,7 m

2. Tangki FW 2 & 3

Panjang = 11,59 m

Lebar = 1,7366 m

Tinggi = 2,7 m

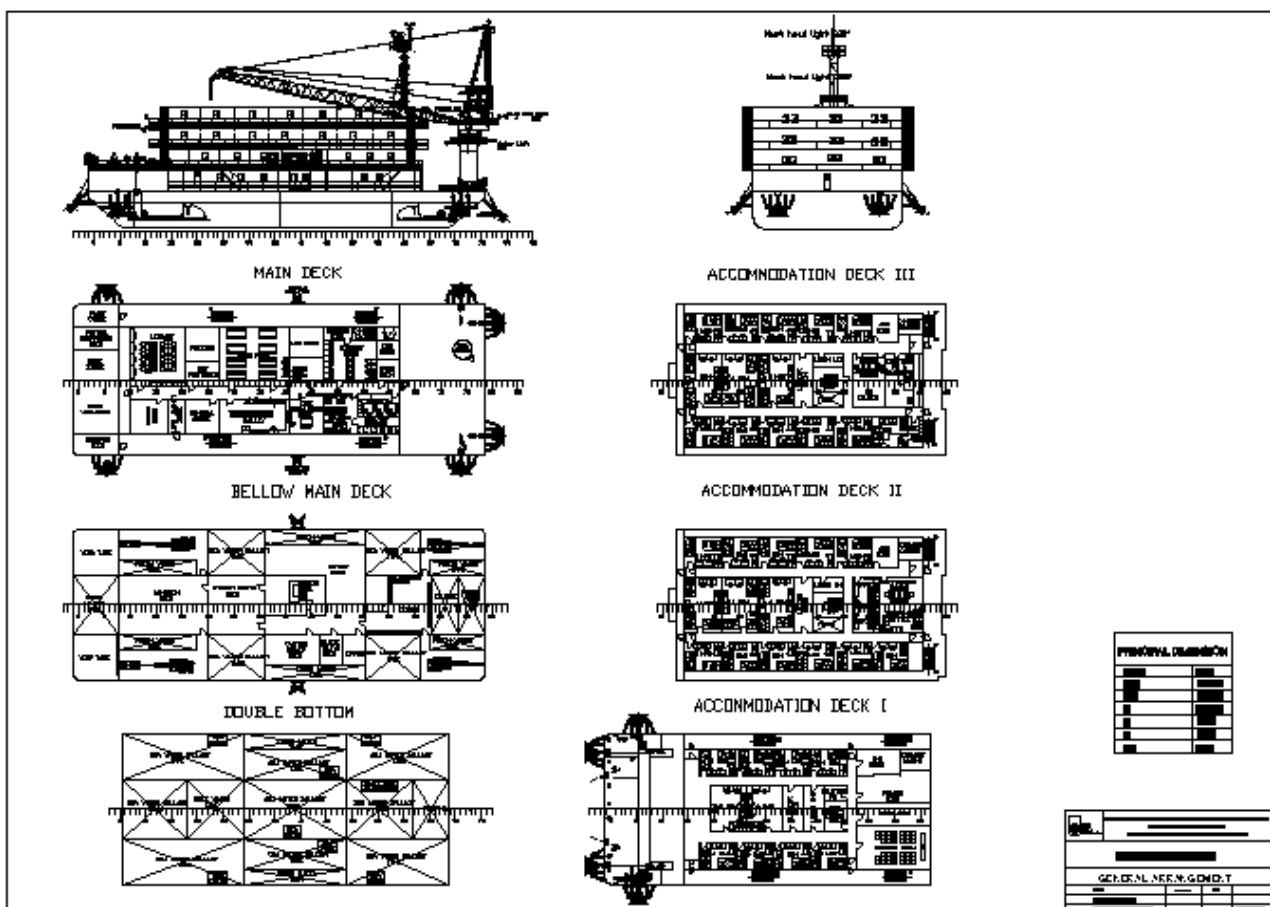
3. Tangki FW 4-7

Panjang = 8,693 m

Lebar = 1,7366 m

Tinggi = 2,7 m

Hasil dari Rencana Umum dapat dilihat di bawah ini :



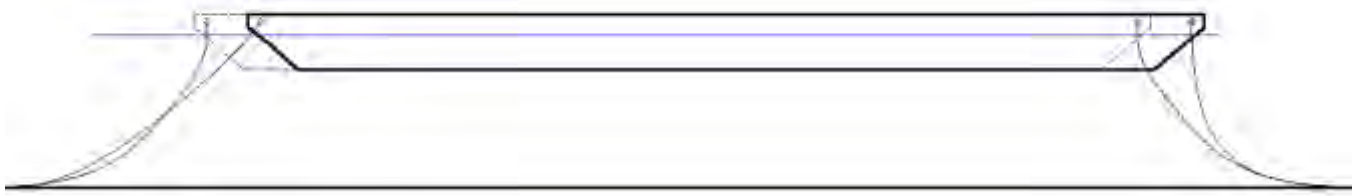
Gambar IV 25 Rencana Umum

IV.10 Sistem Tambat

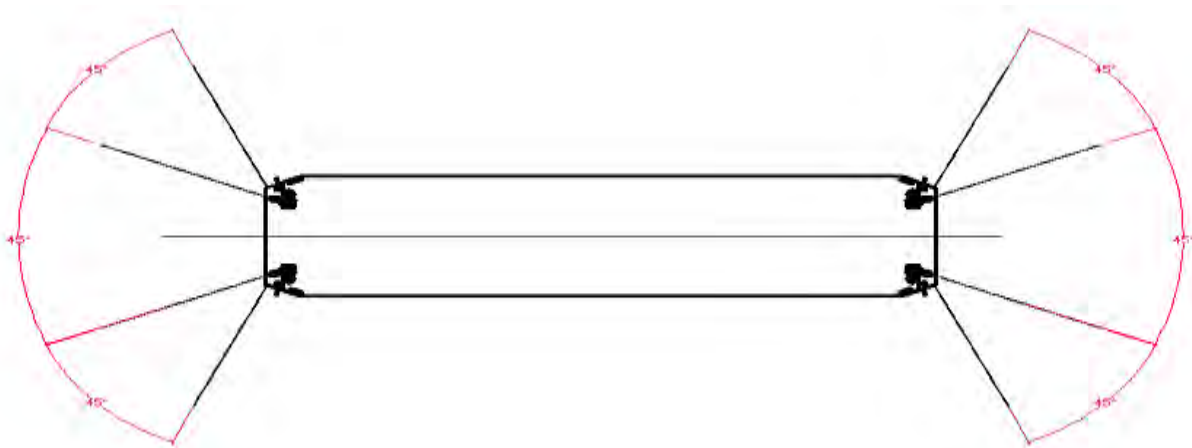
Untuk menjaga posisi *Accommodation Barge* agar tidak bergeser atau berpindah (*fixed*) akibat faktor lingkungan seperti gelombang ataupun angin, diperlukan adanya suatu sistem tambat. Untuk Sistem tambat yang digunakan untuk *Accommodation Barge* ini adalah *spread mooring system* yang penyebarannya berada di sekeliling fasilitas tersebut. Selain konfigurasi yang sangat sederhana, sistem ini sangatlah cocok untuk digunakan pada lokasi pesisir laut Jawa yang relatif tenang dan mempunyai perubahan arah pembebanan yang cenderung tidak besar atau konstan.

Variasi *mooring lines* yang digunakan berjumlah 8 buah yang terbagi pada 4 *Automatic winch* yang berlokasi pada 4 sudut dari fasilitas apung. Seperti pada umumnya, *winch* tersambung pada suatu mesin yang berguna untuk mengulur atau menggulung atau mengulur *mooring chain* (rantai), dimana *mooring chain* diatur oleh *windlass* (mesin pengerek). *Mooring chain* digulung oleh *windlass* dan disimpan di dalam *chain locker*.

Untuk posisi penyebaran *mooring line* nya menggunakan *symmetric eight-line* (45°). Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar IV 26 Sistem Tambat Tampak samping



Gambar IV 27 Sistem Tambat tampak atas

IV.11 Perancangan alat keselamatan

Perlengkapan keselamatan yang digunakan oleh kru kapal maupun penumpang (*Life saving appliances*) mengacu pada regulasi NCVS (*Non-Convention Vessel Standart*) dimana terdiri dari Alat Penolong, Perangkat Radio, Perangkat Navigasi, Perlengkapan Pemadam Kebakaran, dan Peralatan Medis. Berikut penjelasannya.

IV.11.1 Alat Penolong

1) Rakit Penolong (*Inflatable liferaft*)

Inflatable liferaft (ILR) adalah rakit penolong yang ditiup secara otomatis. Alat peniupnya merupakan satu atau lebih botol angin (asam arang) yang diletakkan diluar lantai rakit. Botol angin ini harus cukup untuk mengisi atau mengembangkan ruangan apungnya, sedang alas lantainya dapat dikembangkan dengan sebuah pompa tangan. Apabila rakit itu akan dipergunakan maka tali tambatnya mula-mula harus diikatkan di kapal, kemudian rakit yang masih berada ditempatnya dalam keadaan terbungkus itu dilempar ke laut. Suatu tarikan dari tali tambat, akan membuka pen botol anginnya, sehingga rakit itu akan mengembang. Kapasitas yang digunakan untuk kapal penumpang barang ini adalah 10 orang/ILR dan di letakkan di sisi kanan dan kiri Accommodation Barge.



Gambar IV 28 contoh gambar inflatable liferaft

(img.nauticexpo.com)

2) Pelampung Penolong (*Life Buoy*)

Life Buoy adalah pelampung yang terbuat dari bahan yang ringan (gabus/semacam plastik), berbentuk lingkaran atau tapal kuda yang harus mampu mengapung dalam air selama 24 jam dengan beban sekurang-kurangnya 14,5 kg besi.

Jumlah pelampung untuk kapal ini adalah sebanyak 13 unit, dimana 50% dilengkapi lampu yg dapat menyala sendiri, serta 2 unit dilengkapi tali apung.



Gambar IV 29 Contoh Gambar Pelampung

(natamapusatsafety.com)

3) Baju Penolong (*Life Jacket*)

Life jacket adalah bagian dari alat keselamatan kapal yang fungsinya menjaga orang tetap terapung di laut pada keadaan darurat. *Life jacket* yang digunakan untuk kapal ini termasuk dalam kategori A yang dilengkapi lampu, peluit dan pita pemantul cahaya (*retro-reflektor tape*), dimana untuk kapasitasnya sebanyak 100% (Dewasa) + 5% Cadangan, serta 10% untuk anak-anak. Berikut contoh gambar *Life Jacket*. Jumlah *life jacket* sebanyak 110 unit. Dan diletakkan di sisi kanan kapal di main deck.



Gambar IV 30 Contoh Gambar Lift Jacket

(markyoungtrainingsystems.com. 2012)

4) Alat Pelontar Tali (*Line Throwing Apparatus*)

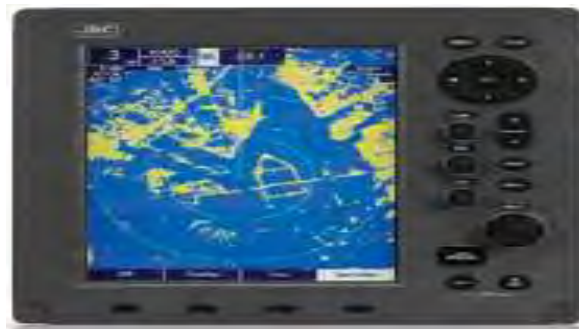
Alat Pelontar Tali harus mampu melontarkan tali dengan tepat, seta terdapat instruksi yang jelas di bagian luarnya untuk menjelaskan penggunaannya. Direncanakan untuk kapal ini menggunakan sarana pelontar tali dengan proyektil dan tali.

5) Isyarat Marabahaya (*Pyrotechnic*)

Direncanakan untuk kapal ini menggunakan 12 unit roket parasut isyarat marabahaya, 4 unit cerawat tangan merah, dan 2 unit tabung asap oranye.

6) *Search and Rescue Radar Transponder*

Radar merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur jarak dan membuat map benda-benda seperti kapal dan hujan. Untuk kapal ini menggunakan 2 unit *Search and Rescue Radar Transponder*. Berikut contoh gambar radar.



Gambar IV 31 Contoh Gambar Radar

IV.11.2 Peragkat Radio

Peralatan komunikasi pada kapal tergantung jarak yang ditempuh kapal terhadap stasiun radio komunikasi terdekat. Hal ini terangkup dalam GMDSS (Global Maritime Distress Safety System). GMDSS adalah sebuah kesepakatan internasional berlandaskan beberapa prosedur keselamatan, jenis peralatan dan protokol komunikasi yang digunakan untuk meningkatkan keselamatan dan mempermudah pertolongan bagi kapal dan pesawat terbang yang mengalami bencana.

Dalam GMDSS terdapat 4 tipe Sea Area yaitu :

- ✓ Tipe A1 = jarak tempuh pelayaran 20 nm – 30 nm dari stasiun radio terdekat
- ✓ Tipe A2 = jarak tempuh pelayaran 30 nm – 100 nm dari stasiun radio terdekat
- ✓ Tipe A3 = daerah pelayaran dalam liputan satelit INMARSAT (yaitu antara 700 LU s/d 700 LS)
- ✓ Tipe A4 = daerah pelayaran yang tidak termasuk daerah A1, A2, dan A3.

Dalam pengerjaan Tugas akhir ini, jarak terjauh dari stasiun radio komunikasi kepulauan satu dengan yang lain adalah 60 nm. Maka termasuk tipe A1 + A2. Peralatan komunikasi yang dibutuhkan dalam Sea Area tipe A2 adalah : Untuk kapal penumpang barang ini menggunakan perangkat radio sebagai berikut :

- 1) VHF DSC
- 2) MF DSC

- 3) NAVTEX
- 4) EPIRB

IV.11.3 Peralatan Navigasi

1) Lampu navigasi

Lampu navigasi merupakan lampu yang digunakan kapal untuk memberi kode kapal lain yang berdekatan agar mengetahui arah dan posisi kapal kita. Lampu kapal pada umumnya terdiri 4 macam yaitu *mass head light*, *stern light*, *port side light*, dan *starboard side light*.

Mass head light diletakkan di atas *top deck* dan berwarna putih dengan sudut 225 derajat. *Stern light* diletakkan pada bagian buritan kapal dan berwarna putih dengan sudut cahaya 135 derajat. *Port side light* diletakkan pada bagian kiri kapal dan berwarna merah dengan sudut cahaya 112,5 derajat. *Starboard side light* diletakkan pada bagian kanan kapal dan berwarna hijau dengan sudut cahaya 112,5 derajat.



Gambar IV 32 Port Side Light dan Stern Light

2) GPS (Global Positioning Satellite)

GPS adalah perangkat yang dapat mengetahui posisi koordinat bumi secara tepat yang dapat secara langsung menerima sinyal dari satelit.



Gambar IV 33 Contoh Gambar GPS

IV.11.4 Peralatan Medis

- 1) Tabung O2 dengan Selang dan Masker
- 2) Tensimeter dengan Air Raksa atau Digital

- 3) Stetoscope
- 4) Alat Bantu Nafus Manual
- 5) Alat Sterilisator Rebus
- 6) Kantong Kompres Panas dan Dingin
- 7) dll (dapat dilihat dilampiran)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Setelah mengerjakan Tugas Akhir tentang “Desain *Accommodation Barge* Sebagai Sarana Penunjang Kegiatan *Offshore* Daerah Pangkah Gresik” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah pekerja offshore untuk akomodasi berjumlah 100 pekerja sedangkan untuk kru *Accommodation Barge* berjumlah 15 orang. Jadi total penumpang kapal 115 orang.
2. Ukuran utama optimum yang didapat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah :
Lpp = 46 m
B = 17,38 m
T = 2,7 m
H = 4,3 m
Dimana untuk harga structure *Accommodation Barge* sebesar Rp31.932.131.508,00
3. *Accommodation Barge* ini mempunyai tiga *Accommodation Deck* dengan jumlah kamar 38 untuk 115 penumpang.
4. Hasil Rencana Garis, Rencana Umum dan *Safety plan* terlampir.

V.2 Saran

Dalam pengerjaan Tugas Akhir pasti memiliki kekurangan dan kelebihan. Namun kekurangan itu dapat dijadikan saran untuk dikembangkan menjadi penelitian yang baru. Mengingat masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan pendekatan sederhana, maka untuk penyempurnaan disarankan untuk melakukan beberapa proses perencanaan lebih lanjut mengenai:

1. Perancangan detail konstruksi badan kapal dan rumah akomodasi meliputi jenis konstruksi, bahan konstruksi, dan gambar konstruksi.
2. Perhitungan biaya produksi secara mendetail biaya pembangunan kapal secara akurat dengan adanya detail konstruksi kapal dan rencana produksi.
3. Perancangan system perpipaan agar dapat menentukan lokasi perpipaan dan pompa sehingga mudah diterapkan dan ditempatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Klasifikasi Indonesia. 2006. *Rules for The Classification and Construction of Seagoing Steel Ships*, Volume II, Rules for Hull. Jakarta : Biro Klasifikasi Indonesia.
- Lewis, Edward V. 1980. *Principles of Naval Architecture Second Revision*, Volume II,.
- Panunggal, P. Eko. 2007. *Diktat Kuliah Merancang Kapal I*. Surabaya : ITS, FTK, Jurusan Teknik Perkapalan.
- Parsons, Michael G. 2001. *Parametric Design*, Chapter 11. University of Michigan, Departement of Naval Architecture and Marine Engineering.
- Santosa, I.G.M. 1999. *Diktat Kuliah Perencanaan Kapal*. Surabaya : ITS, FTK, Jurusan Teknik Perkapalan.
- IMO. (2002). *Load Lines 1966/1988 Annex 1 Chapter III, Freeboard*. London, UK: IMO.
- Watson, D.G.M. 1998. *Practical Ship Design*, Volume I. Oxford, UK: Elsevier Science Ltd.
- Schneekluth, H and V. Bertram. 1998. *Ship Design Efficiency and Economy*, Second Edition . Oxford, UK : Butterworth Heinemann.
- Antara. (2012). *Mendesain Kembali Mooring Arrangement FSO Lentera Bangsa*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS.
- Yanmar CO. LTD. (n.d.). Yanmar. 1.

Owner Requirement

Jenis kapal	:	Accommodation Barge
Jenis muatan	:	Orang (pekerja) + kru kapal
Payload	:	115 orang
Daerah Penempatan	:	Perairan Gresik (pangkah)

Kapal Pembanding

(Reference : www.marinedigital.com)

AB	jumlah penumpang	Principle Dimension				Rasio				
		Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)	L/B	L/H	B/H	B/T	H/T
AB 1	150	76.8	21.3	4.8	1.75	3.61	16.00	4.44	12.17	2.74
AB 2	170	110	11.1	3.25	2.15	9.91	33.85	3.42	5.16	1.51
AB 3	120	75	21	4.8	2.56	3.57	15.63	4.38	8.20	1.88
AB 4	170	110	11	2	1.2	10.00	55.00	5.50	9.17	1.67
AB 5	100	74	12.4	3.2	2.15	5.97	23.13	3.88	5.77	1.49
AB 6	168	70	20.3	4.27	3.6	3.45	16.39	4.75	5.64	1.19
AB 8	125	76	11.4	2.62	1.8	6.67	29.01	4.35	6.33	1.46
MIN		70	11	2	1.2	3.45	15.63	3.42	5.16	1.19
MX		110	21.3	4.8	3.6	10	55	5.5	12.17	2.74

Ukuran Utama Awal (dari layout)

No	Dimensi	Besar	Satuan
1	L	46	m
2	B	17.38	m
3	H	4.3	m
4	T	2.7	m
5	pax	115	person

OPTIMASI

Variabel

		Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Ukuran Utama	Panjang	m	Loa	46.00	46.00		<i>OK</i>
	Lebar	m	B	17.38	17.38		<i>OK</i>
	Tinggi	m	H	4.30	4.30		<i>OK</i>
	Sarat	m	T	2.70	2.70		<i>OK</i>

Batasan

		Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Stabilitas	MG pada sudut oleng 0°	m	MG ₀	0.15	9.022422		<i>OK</i>
	Lengan statis pada sudut oleng > 30°	m	LS ₃₀	0.2	2.455236		<i>OK</i>
	Sudut kemiringan pada Ls maksimum	deg	LS _{min}	25	26		<i>OK</i>
	Lengan dinamis pada sudut 30°	m.rad	Ld ₃₀	0.055	0.430783		<i>OK</i>
	Lengan dinamis pada sudut 40°	m.rad	Ld ₄₀	0.09	0.392191		<i>OK</i>
	Luas kurva GZ antara 30° - 40°	m.rad		0.03	0.038591		<i>OK</i>
Freeboard	Fs	m	Fb	0.758	1.600		<i>OK</i>
Displasmen	Koreksi Displasmen	%		0.00	1.59	5.00	<i>OK</i>
Trim	Selisih Trim	%		0.00	0.13	0.46	<i>OK</i>
Rasio Ukuran Utama	hambatan		L/B	2.15	2.65	3.60	<i>OK</i>
	Stabilitas		B/T	5.16	6.44	16.39	<i>OK</i>
	Stabilitas		B/H	3.42	4.04	12.17	<i>OK</i>

Fungsi Objektif

		Unit	Value
	Total Structural Cost	\$	2,534,296

Perhitungan Koefisien Awal

INPUT DATA :

Loa = 46.00 m
Lwl = 45.67 m
B = 17.38 m
H = 4.30 m
T = 2.70 m

$\rho = 1.025 \text{ ton/m}^3$

Formula perhitungan Koefisien-koefisien pada kapal:

1. Perhitungan Rasio Ukuran Utama:

L/B = 2.65
B/T = 6.44
B/H = 4.04

2. Block Coefficient (Barge)

$$C_b = V/L*B*T$$

Ref: handbook TBK 1 oleh Ir. Petrus Eko Panunggal
= 0.912

3. Midship Section Coefficient (Barge)

$$C_m = A_m/B*T$$

Ref: handbook TBK 1 oleh Ir. Petrus Eko Panunggal
= 0.978

4. Waterplan coefficient (Barge)

$$C_{wp} = A_{wl}/L_{wl}*B$$

Ref: handbook TBK 1 oleh Ir. Petrus Eko Panunggal
= 0.993

5. Prismatic Coefficient

$$C_p = C_b/C_m$$

Ref: handbook TBK 1 oleh Ir. Petrus Eko Panunggal
= 0.933

6. $\nabla \text{ (m}^3\text{)}$

$$\nabla = L*B*T*C_b$$

= 1954.52 m³

7. $\Delta \text{ (ton)}$

$$\Delta = \nabla*\rho$$

= 2003.38 ton

8. Longitudinal Center of Bouyancy

LCB = 50 % L
= 23 m dari AP
= 0 m dari midship

Output Ukuran Utama Accommodation Barge

item	value	unit
Loa	46.00	m
Lwl	45.67	m
B	17.38	m
H	4.30	m
T	2.70	m
cb	0.912	
cm	0.978	
cp	0.933	
cwp	0.993	
lcb/L	0	% from midship
lcb	0	m from midship
lcb	23	m
volum displ	1954.517	m ³
berat displ	2003.38	ton

PERHITUNGAN *FREEBOARD*

(Reference : *International Convention on Load Lines 1966 and protocol of 1988*)

Input:

L =	46.00 m
Lwl =	45.67 m
B =	17.38 m
H =	4.30 m
T =	2.70 m
Cb =	0.91
V =	1954.52 m ³

Input data

L = Length
→ 96% Lwl pada 0,85D
→ Lpp pada 0,85D
Diambil yang terbesar

Pendekatan :

0,96 Lwl pada 0,85D = 43.8432 m

Lpp pada 0,85D = 45.67 m

L = 45.67 m

Cb = $\frac{v}{L.B. D_1}$

$D_1 = 85\%D = 3.655 \text{ m}$

Cb = 0.674

s = Panjang superstructure

= Lp = Panjang poop = 30.00 m

Perhitungan :

1. Tipe Kapal :

Tipe A : Kapal dengan persyaratan salah satu dari :

1. Kapal yang didesain memuat muatan cair dalam bulk
2. Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukn ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap
3. Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh

Kapal tipe A : Tanker, LNG Carrier

Tipe B : Kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A.

Kapal tipe B : Grain carrier, Ore carrier, general cargo, passenger ship, Ro-ro

2. Freeboard standard (Fb)

Yaitu freeboard yang tertera pada tabel freeboard standar sesuai dengan tipe kapal.

sumber : Annex I - Regulations for Determining Load Lines Chapter III

$$L = 46.00 \text{ m}$$

$$FB = 0 \text{ m}$$

3. Koreksi-Koreksi kapal type B

- 1) Correction for ship under 100 m in length

Untuk kapal dengan panjang $24 < L < 100$ m dan mempunyai superstructure tertutup dengan panjang efektif mencapai 35%L

$$Fb_1 = 7.5 (100-L)(0.35 - E/L)$$

E = Total panjang efektif superstructure

$$= 30.00 \text{ m}$$

$$35\% L = 15.9845 \text{ m}$$

= $E < 35\% L$, tidak ada koreksi

$$\text{Koreksi} = -125.049 \text{ mm}$$

$$Fb_1 = -125.049 \text{ mm}$$

- 2) Block Coefficient Correction

Jika $C_b > 0,68$:

$$Fb_2 = Fb \cdot [(C_b + 0,68)/1,36]$$

$$\text{Koreksi} = -124.470 \text{ mm}$$

$$Fb_2 = -124.470 \text{ mm}$$

- 3) Depth Correction

Koreksi dilakukan apabila $D > L/15$

$$L/15 = 3.04467 \text{ m}$$

$$D = 4.30 \text{ m}$$

$$R = L/0.48$$

$$95.83$$

Maka , **koreksi**

$$Fb_3 = R (D - L/15)$$

$$= 119.44 \text{ mm}$$

$$R = L/0,48 \quad \text{Untuk } L < 120 \text{ m}$$

$$R = 250 \quad \text{Untuk } L > 120 \text{ m}$$

jika $D < r/15$, maka tidak ada koreksi

- 4) Koreksi Bangunan atas

$$lp \text{ (panjang poop)} = 30 \text{ m}$$

$$hsp = 2.3$$

$$hp \text{ (tinggi poop)} = 2.4 \text{ m}$$

$$ISP = 72 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 E &= \text{total panjang efektif superstructure} \\
 E &= l_{sFC} + l_{SP} = 30 \text{ m} \\
 E [x.L] &= 0.65217 \\
 \%Fb &= 21\%
 \end{aligned}$$

5.2.7. Superstructure

$$Fb_5 = 0$$

5) Koreksi Sheer

Bila kapal menggunakan sheer standart, maka tidak ada koreksi sheer.

Kapal Tongkang tidak menggunakan sheer, maka :

Koreksi Lengkung memanjang kapal (LMK)

$$\text{Tinggi Sheer di FP} = 0 \text{ m (sf)}$$

$$\text{Tinggi sheer di AP} = 0 \text{ m (Sa)}$$

$$A = 1/6 [2.5 (L+30) - 100(Sf-Sa)] \times [0.75 - (S / 2L)]$$

$$A = 13.2913 \text{ mm}$$

$$B = 0.125 * L = 5.70875 \text{ mm}$$

$$S = \sum l_s = 30.00 \text{ mm}$$

Bila :

$$A > 0 \quad \text{Koreksi LMK} = A$$

$$A < 0 \text{ dan } ABS(A) > B \quad \text{Koreksi LMK} = B$$

$$A < 0 \text{ dan } ABS(A) < B \quad \text{Koreksi LMK} = A$$

$$\text{Koreksi LMK} = 13.2913 \text{ mm}$$

6) Correction of minimum bow height

Accommodation Barge tidak menggunakan bow, maka

$$Fb_6 = 0 \text{ m}$$

Kondisi	Koreksi yang digunakan
$LMK_A > 0$	LMK_A
$LMK_A < 0$	LMK_B

Rekapitulasi

1) Freeboard Standard	0.000 mm
2) Correction for ship under 100 m in length	-125.049 mm
3) Block Coefficient Correction	-124.470 mm
4) Depth Correction	119.44 mm
5) Koreksi Bangunan atas	0 mm
6) Koreksi Sheer	13.2913 mm
7) Correction of minimum bow height	0 mm
Total Freeboard min =	-116.79 mm
	-0.117 m
Actual Freeboard (H-T) =	1.600 m
Status =	OK

Perhitungan Berat Baja Accommodation Barge

Harvald & Jensen Method (1992)

sudah termasuk bangunan atas

Hal 154 Schneeluth

No	Type kapal	CSO
1	Bulk carriers	0.07
2	Cargo ship (1 deck)	0.07
3	Cargo ship (2 decks)	0.076
4	Cargo ship (3 decks)	0.082
5	Passenger ship	0.058
6	Product carriers	0.0664
7	Reefers	0.0609
8	Rescue vessel	0.0232
9	Support vessels	0.0974
10	Tanker	0.0752
11	Train ferries	0.65
12	Tugs	0.0892
13	VLCC	0.0645

Koefisien titik berat

Type kapal CKG

Passanger ship 0.67 – 0.72

Large cargo ship 0.58 – 0.64

Small cargo ship 0.60 – 0.80

Bulk carrier 0.55 – 0.58

Tankers 0.52 – 0.54

INPUT DATA

L =	46.00	m
H =	4.30	m
B =	17.38	m
T =	2.70	m

VOLUME SUPERSTRUCTURE

Volume Accommodation Barge 1

panjang (LP) = Dari perencanaan awal

30 m

lebar (BP) = 17.38 m

tinggi (hP) = 2.4 m

VAB = LP*BP*hP

= 1251.36 m³

VOLUME Accommodation Barge 2

panjang (LD) = Dari perencanaan awal

= 30 m

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar (BD)} &= 17.38 & \text{m} \\
 \text{tinggi (hD)} &= 2.4 & \text{m} \\
 \text{VAB II} &= \text{LD} \cdot \text{BD} \cdot \text{hD} \\
 &= 1251.36 & \text{m}^3
 \end{aligned}$$

Volume Accommodation Barge 3

$$\begin{aligned}
 \text{panjang (LD)} &= \text{Dari perencanaan awal} \\
 &= 30 & \text{m} \\
 \text{lebar (BD)} &= 17.38 & \text{m} \\
 \text{tinggi (hD)} &= 2.4 & \text{m} \\
 \text{VAB III} &= \text{LD} \cdot \text{BD} \cdot \text{hD} \\
 &= 1251.36 & \text{m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma \text{VDH} &= \text{VAB I} + \text{VAB II} + \text{VAB III} = \\
 &= 3754.08 & \text{m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{DA} = \text{tinggi kapal setelah dikoreksi dengan superstructure dan deckhouse}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi geladak akhir} &= \\
 &= \text{D} + (\text{VA} + \text{VDH}) / \text{L} \cdot \text{B} \\
 &= 8.996 & \text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CS} &= \text{passenger ship} \\
 \text{CSO} &= 0.058 & \text{(karena difungsikan untuk hunian pekerja)} \\
 \Delta \text{ berat} &= 2003.38 & \text{ton} \\
 \text{U} &= \log (\Delta / 100) = 1.301763252 \\
 \text{CS} &= \text{CSO} + 0.06 \cdot e^{-(0.5\text{U} + 0.1\text{U}^2 + 45)} \\
 &= 0.085582747
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{WST} &= \text{total berat rumah geladak dan bangunan atas} \\
 \text{total berat} &= \text{L} \cdot \text{B} \cdot \text{DA} \cdot \text{CS} \\
 &= 615.4977624
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KG} &= \\
 \text{CKG} &= \text{koefisien titik berat} \\
 &= 0.54 \\
 \text{KG} &= \text{DA} \cdot \text{CKG} = \\
 &= 4.857652174
 \end{aligned}$$

LCG dari midship

$$\begin{aligned}
 \text{dalam \%L} &= -0.15 + \text{LCB} \\
 &= 0.692677809 \% \\
 \text{dalam m} &= \text{LCG}(\%) \cdot \text{L} \\
 &= 0.318631792 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LCG dari FP} &= 0.5 \cdot \text{L} + \text{LCG dr midship} \\
 &= 23.31863179 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Berat Perlengkapan

American Bureau of Shipping (ABS), 2014

$$\text{Equipment Number (EN)} = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2(Ba + bh) + 0.1A$$

$$= 336.64$$

$$\Delta = \text{molded displacement}$$

$$= 2003.379621 \text{ ton}$$

$$B = \text{Lebar barge}$$

$$= 17.38 \text{ m}$$

$$a = \text{freeboard}$$

$$= 0.76 \text{ m}$$

$$b = \text{Lebar maksimum bangunan atas}$$

$$= 30 \text{ m}$$

$$h = \text{tinggi layer bangunan atas}$$

$$= 2.4 \text{ m}$$

$$A = \text{lusan profile view diatas sarat}$$

$$= 73.6 \text{ m}^2$$

Dari *Equipment Number* (EN) diatas, kemudian di cocokkan dengan tabel yang ada di ABS (2014)

TABLE 1
Equipment for Barges with E

Equipment Numeral	Equipment Number*	Stockless Bower Anchors		Chain Cable Stud Link Bower Chain			
		Number	Mass per Anchor, kg	Length, m	Diameter		
					Normal-Strength Steel (Grade 1), mm	High-Strength Steel (Grade 2), mm	Extra High-Strength Steel (Grade 3), mm
UA11	130	2	340	275	19	17.5	—
UA12	140	2	390	275	19	17.5	—
U6	150	2	480	275	22	19	—
U7	175	2	570	302.5	24	20.5	—
U8	205	2	660	302.5	26	22	20.5
U9	240	2	780	330	28	24	22
U10	280	2	900	357.5	30	26	24
U11	320	2	1020	357.5	32	28	24
U12	360	2	1140	385	34	30	26
U13	400	2	1290	385	36	32	28
U14	450	2	1440	412.5	38	34	30
U15	500	2	1590	412.5	40	34	30

TABLE 3
Towline and Hawsers

Equipment Numeral	Equipment Number*	Towline Wire or Rope			Hawsers			
		Length, m	Breaking Strength,		Number	Length of Each, m	Breaking Strength,	
			KN	kgf			kN	kgf
UA11	130	180	98	10000	3	120	49	5000
UA12	140	180	98	10000	3	120	49	5000
U6	150	180	98	10000	3	120	54	5500
U7	175	180	112	11400	3	120	59	6000
U8	205	180	129	13150	4	120	64	6500
U9	240	180	150	15300	4	120	71	7250
U10	280	180	174	17750	4	140	78	7950
U11	320	180	207	21100	4	140	86	8770
U12	360	180	224	22850	4	140	93	9500
U13	400	180	250	25500	4	140	101	10300
U14	450	180	277	28250	4	140	108	11000
U15	500	190	306	31200	4	160	123	12500

Dari tabel di atas, didapatkan peralatan dan perlengkapan kapal sebagai berikut :

no.	item	jumlah minimal	jumlah diambil	panjang per satuan	berat per satuan	total
1	jangkar	2	8		2050 kg	16400 kg
2	rantai jangkar		8	357.5 m	40 kg	114400 kg
3	towline			180 m	0.817 kg	147.06 kg
4	hawsers	4	8	140 m	0.293 kg	328.16 kg
5	windlass	2	4		650 kg	2600 kg
6	cren		1		5200.0 kg	5200 kg
7	winch machine	2	4		2000 kg	8000 kg
TOTAL BERAT PERALATAN DAN PERLENGKAPAN =						147075.220 kg
						= 147.075 ton

Perhitungan LWT

1. kebutuhan genset

nama	jumlah	watt	total
Komputer	20	550	11000
Lampu	164	20	3280
Pompa	4	1500	6000
Alat navigasi	8	400	3200
Lampu navigasi	4	200	800
crane	1	3700	3700
floodlight	4	400	1600
winch machine	4	4500	18000
laundry machine	8	250	2000
iron	2	200	400
freezer	1	1000	1000
tv/video room	2	110	220
Terminal lain	4	200	800
Lain-lain	1	1000	1000
		total	53000 watt

kebutuhan tenaga = 53 kw
65.55349 kva

pemilihan *generator*

Yanmar

tenaga = 20 kVA
panjang = 1.9 m
lebar = 0.8 m
tinggi = 1.1 m
berat = 3 * 8.10 (1 *generator* untuk cadangan)
= 24.51 ton

Perhitungan DWT

Berat consumable n crew

jumlah pekerja + kru kapal = 115 person

1. Kebutuhan minyak pelumas

Dari Watson = 35 Liter/day / 1000 kw masa jenis pelumas = 0.92
0.035 Liter/day / 1 kw
LO Auxilliary Engine = 0.000264 Ton/hour
Wlo = 0.569922 ton/3bln

2. Kebutuhan air tawar kapal

#kebutuhan air tawar untuk mandi, minum, dan masak

Kebutuhan air tawar untuk penumpang + kru kapal	=	100 kg/person/days
Jumlah pekerja + kru kapal	=	115 orang
Berat air tawar	=	11.5 Ton
Berat air tawar untuk 3 bulan	=	1035 Ton

3. Berat makanan (Provisions)

Konsumsi provisions	=	10 kg/person/days
Jumlah pekerja + kru kapal	=	115 orang
Turn Around Time	=	90 Hari
Berat provisions	=	103500 kg
	=	103.5 ton

4. Berat orang dan bawaan

Konstanta berat orang dan bawaan	=	85 kg/persons
Jumlah pekerja + kru kapal	=	115 orang
Berat crew dan bawaan	=	9775 kg
		9.775 Ton

total berat LWL & DWT = 1173.355

5. Perhitungan berat volume tangki

berat air tawar dalam tangki (lihat gambar)	=	156.3662 m3
	=	
berat air tawar dalam tangki (lihat gambar)	=	173.0939 m3
	=	
berat air tawar dalam tangki (lihat gambar)	=	45.28879
	=	181.1552 m3
berat ballast tank	=	204.22 m3

pemilihan genset (catalog)

Model				3TNE74	3TNE84	4TNE84	4TNE84T	4TNE98	4TN100TE
Output rating (kVA)	50 Hz	380V	Prime	5.5	11.0	15.0	20.0	33.0	50.0
			Standby	6.0	12.0	16.5	22.0	35.0	55.0
	60 Hz	440V	Prime	-	13.0	18.0	25.0	38.0	60.0
			Standby	-	14.5	20.0	27.5	43.0	65.0
Fuel Consumption (L/hr) at		50 Hz		1.94	3.2	4.2	5.4	8.2	11.1
100% load		60 Hz		-	3.8	5.0	6.8	9.8	13.0
Lubricating oil capacity (L)				2.4	7.2	8.6	8.6	9.4	10.5
Coolant capacity (L)				3.0	2.0	2.7	2.7	4.2	6.5
Diesel generator Dimension		L	mm	1400	1655	1900	1900	2100	2100
(Soundproof)		W	mm	700	800	800	800	860	860
(approx)		H	mm	830	1100	1100	1100	1150	1150
Approx dry weight			kg	400	703	810	817	914	1062

Perhitungan Titik Berat

INPUT DATA :

Loa = 46.000 m
 Lwl = 45.670 m
 B = 17.380 m
 H = 4.300 m
 T = 2.700 m

1. Titik Berat Baja :

LCG baja tongkang = 23.319 m dari AP
 LCG baja tongkang = 0.319 m dari midship

$$\begin{aligned} \text{VCG baja tongkang} &= \frac{\text{total momen VCG}}{\text{berat total}} \\ &= 4.858 \text{ m dari keel} \end{aligned}$$

2. Titik Peralatan dan Perlengkapan :

Untuk titik berat peralatan dan perlengkapan diasumsikan berada di tengah-tengah dan setinggi deck, Jadi :

LCG = 23.0 m dari AP
 = 0.0 m dari midship
 VCG = 4.3 m dari keel

3. Titik Berat Tangki :

Tangki	Berat (ton)	LCG (m)	Momen LCG (ton m)	KG (m)	Momen KG (ton m)
Tangki fresh water 1	156.366	0.000	0	10.091	1577.900947
ngki fresh water 2 dan	173.094	0.000	0	6.032	1044.067336
ngki fresh water 4,5,6	181.155	0.000	0	4.774	864.8467078
ballast tank	204.220	0.000	0	4.774	974.9597483
	714.835		0.000		4461.774738

$$\begin{aligned} \text{LCG baja tongkang} &= \frac{\text{total momen LCG}}{\text{berat total}} \\ &= 0.000 \text{ m dari midship} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VCG baja tongkang} &= \frac{\text{total momen VCG}}{\text{berat total}} \\ &= 6.242 \text{ m dari keel} \end{aligned}$$

TITIK BERAT TOTAL (GABUNGAN)

Titik berat baja			Titik berat E&O		
Berat baja =	615.498	ton	berat E&O =	147.075	ton
KG =	4.858	m dari keel	KG =	4.300	m dari keel
LCG =	0.319	m dari midship	LCG =	0.000	m dari midship
Titik Berat Tangki					
berat tangki =	714.835	ton			
KG =	6.242	m dari keel			
LCG =	0.000	m dari midship			

berat gabungan			
berat =		1477.408	ton
KG =		2.452	m dari keel
LCG =		0.133	m dari midship

KOREKSI LWT+DWT

Pada kondisi full load

1. Gaya Berat

$$\text{LWT} + \text{DWT} = 2035.265 \text{ ton}$$

2. Gaya angkat

$$\blacktriangle = 2003.380 \text{ ton}$$

3. Selisih

$$= 31.89 \text{ ton}$$
$$1.59 \%$$

PERHITUNGAN TRIM

INPUT DATA :

Loa =	46.000	m	LCB =	0	m dari AP	Cb =	0.912
Lwl =	45.670	m	LCG =	0	m dari AP	Cm =	1
B =	17.380	m	KG =	2.452	m dari keel	Cw =	0.993
H =	4.300	m	∇ =	1954.52	m ³	Cp =	0.93252
T =	2.700	m					

Formula perhitungan trim :

Hidrostatic properties

KB = titik tekan buoyancy terhadap keel

$$= (KB/T) \cdot T$$

$$KB/T = 0.5088 \quad KB/T = 0.90 - 0.30 C_M - 0.1 C_B \quad [Chapter 11 Parametric Design]$$

$$KB = 1.37376$$

BM_T = jarak antara titik tekan buoyancy terhadap titik metacenter secara melintang

$$C_i = 0.07975 \quad C_i = 0.1216 C_{WP} - 0.0410 \quad (\text{transverse inertia coefficient}) \quad [Chapter 11 Parametric Design]$$

$$I_t = 19258.9 \quad I_T = C_i \cdot LB^3 \quad (\text{moment of inertia of waterplane relative to ship's transverse axis})$$

$$BM_t = 9.85353 \quad (I_t/\text{volume displacement})$$

BML = antara titik tekan buoyancy terhadap titik metacenter secara memanjang

$$C_{IL} = 0.08895 \quad C_{IL} = 0.350 C_{WP}^2 - 0.405 C_{WP} + 0.146 \quad (\text{longitudinal inertia coefficient})$$

$$IL = 150480 \quad IL = C_{IL} \cdot BL^3 \quad (\text{moment of inertia of waterplane relative to ship's longitudinal axis})$$

$$BML = 76.9911 \quad BML = IL/\text{volume displacement}$$

GML = **BM_L** + **KB** – **KG** jarak antara titik berat dan titik metacenter secara memanjang

$$GML = 75.91$$

$$\text{TRIM} = 0.080 \text{ m} \quad (LCG - LCB) \cdot L / GM_L$$

kondisi = **Trim Buritan**

selisih LCB dan LCG = 0.13274

batasan trim = 1

Status = **OK**

PERHITUNGAN STABILITAS

Manning (1956) menggunakan metode "Barnhart dan Thewlis"

	1 ft =	0.3048 m
Simbol	Keterangan	
	Nilai (ft)	Nilai (m)
L =	Waterline Length	
=	149.835958 ft	= 45.67 m
B =	Maximum breadth	
=	57.02099738 ft	= 17.38 m
B _w =	Maximum waterline breadth	
=	57.02099738 ft	= 17.38 m
H =	Mean draft at designed waterline	
=	8.858267717 ft	= 2.70 m
D _M =	Minimum depth	
=	12.13910761 ft	= 3.70 m
S _F =	Sheer forward	
=	0 ft	
S _A =	Sheer after	
=	0 ft	
D ₀ =	Displacement at designed waterline	
=	1971.830335 long ton	= 2003.38 metric ton
L _d =	Length of superstructure which extend to sides of ship	
=	0 ft	= 0 m
d =	Height of superstructure which extend to sides of ship	
=	0 ft	= 0 m
C _B =	Block coefficient	
=	0.91	
C _w =	Waterline coefficient at draft H	
=	0.99	
C _m =	Midship section coefficient at draft H	
=	0.98	
C _{PV} =	Vertical prismatic coefficient at draft H	
=	0.93	

$$\begin{aligned}
 h_1 &= -0.4918(C_{pv})^2 + 1.0632 C_{pv}' - 0.0735 \\
 &= 0.491407146 \\
 h_0 &= 0.335C_{pv} + 0.1665 \\
 &= 0.481529779 \\
 h_2 &= -0.4918(C_{pv}')^2 + 1.0632C_{pv}'' - 0.0735 \\
 &= 0.490475874 \\
 C_1 &= 0.072 C_{wp}^2 + 0.0116C_{wp} - 0.0004 \\
 &= 0.082114328 \\
 C_1' &= 0.1272C_w'' - 0.0437 \\
 &= 0.090186322
 \end{aligned}$$

luas lambung diatas sarat	titik berat	luas x ttk berat
41.651	0.5	20.826
luas bangunan atas navigation dr T		
521.4	260.7	135928.98
wheel house		
521.4	260.7	135928.98
forecastle		
0	0	0

luas total BA 1042.8 271878.786

Luas bangunan diatas T 1084.451

titik berat Bangun diatas T 250.706 m Dari T

Lengan stab statis akibat roll dan angin

lw1 = P A Z/Displ 7.013059077
lw2 = 1.5lw1 10.51958862

$$\begin{aligned}
A_0 &= \text{Area of waterline plane at designed draft} \\
&= 8483.989198 \text{ ft}^2 \\
A_M &= \text{Area of immersed midship section} \\
&= 493.9949005 \text{ ft}^2 \\
A_2 &= \text{Area of vertical centerline plane to depth D} \\
&= 1818.874818 \text{ ft} \\
S &= \text{Mean sheer} \\
&= \text{Area of centerline plane above minimum depth divided by length} \\
&= 0 \text{ ft}^2 \\
D &= \text{Mean Depth} \\
&= 12.13910761 \text{ ft} \\
F &= \text{Mean Freeboard} \\
&= 3.280839895 \text{ ft} \\
D_T &= D_0 + (((A_0 + A_1)/2) F/35) \\
&= 2767.104913 \text{ ton} \\
A_1 &= \text{area of waterline plane at depth D maybe estimate from} \\
&\quad A_0 \text{ and nature of stations above waterline} \\
&= 8483.989198 \text{ ft}^2 \\
d &= \frac{D_T}{2} - D_0 \\
&= -588.2778786 \text{ ton} \\
C_W' &= \frac{A_2}{L D} \\
&= 1.000 \\
C_W'' &= C_W' - \frac{140d(1-C_{PV})}{B \cdot D \cdot L} \\
&= 1.053 \\
C_X' &= \frac{A_M + BF}{BD} \\
&= 0.984
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G'B_{90} &= \frac{D_T h_2 B}{4D_0} - \frac{17.5 d^2}{D_0 (A_2 - 70(d/B)(1 - CPV''))} \\
&= 9.429383458 \text{ ft} \\
h_2 &= 0.490475874 \\
f_2 &= 9,1(C_X' - 0.89) \\
&= 0.85 \\
G'M_0 &= KB_0 + BM_0 - KG'
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_{PV}' &= \frac{35 D_T}{A_1 D} \\
&= 0.940 \\
C_{PV}'' &= \frac{35 D_T}{A_2 B} \\
&= 0.934 \\
GG' &= KG' - KG \\
&= -1.901192952 \text{ ft} \\
KG &= C_{KG} D_M \\
&= 8.04393651 \text{ ft} \\
CKG &= 1.00 \text{ ft} \\
KG' &= \frac{D(1-h_1)D_T - d}{2 D_0} \\
&= 6.142743558 \\
h_1 &= 0.4914 \\
f_1 &= \frac{D(1-(A_0/A_1))}{2F(1 - C_{PV}')} \\
&= 0 \\
G'B_0 &= KG' - KB_0 \\
&= 1.549995538 \text{ ft} \\
KG' &= 6.142743558 \text{ ft} \\
KB_0 &= (1 - h_0)H \\
&= 4.59274802 \text{ ft} \\
&= 1.399869597 \text{ m} \\
h_0 &= 0.481529779 \\
f_0 &= \frac{H((A_1/A_0)-1)}{2F(1 - C_{PV})} \\
&= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 31.5023156 \text{ ft} = 9.601905796 \text{ m} \\
BM_0 &= \frac{C_1 L B_W^3}{35 D_0} \\
&= 33.05231114 \text{ ft} = 10.07434444 \text{ m} \\
C_1 &= 0.082114328 \\
G'M_{90} &= BM_{90} - G'B_{90} \\
&= -9.079132429 \text{ ft} \\
BM_{90} &= \frac{C_1 L D^3}{35 D_0} + \frac{L_d d D^2}{140 D_0} \\
&= 0.350251029 \text{ ft} \\
C_1' &= 0.090186322 \\
GM_0 &= KB_0 + B_0 M_0 - KG \\
&= 29.60112265 \text{ ft} = 9.0224 \text{ m} \\
GZ &= G'Z + GG' \sin f \\
&= 2.536873868 \text{ ft} = 0.773239155 \text{ m} \\
f &= 5 \\
G'Z' &= b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
&= 2.702573751 \text{ ft} \\
b_1 &= \frac{9(G'B_{90} - G'B_0)}{8} - \frac{G'M_0 - G'M_{90}}{32} \\
&= 7.59614116 \\
b_2 &= \frac{G'M_0 + G'M_{90}}{8} \\
&= 2.802897897 \\
b_3 &= \frac{3(G'M_0 - G'M_{90})}{32} - \frac{3(G'B_{90} - G'B_0)}{8} \\
&= 0.849740283 \text{ ft}
\end{aligned}$$

PERHITUNGAN LENGAN STATIS (GZ feet)

$$G'Z' = b_1 \cdot \sin 2f + b_2 \cdot \sin 4f + b_3 \cdot \sin 6f$$

$$GZ = G'Z' + GG' \sin f$$

$$f = 0 \sim 90^\circ$$

Heel Angle (f) = 0° 0					Heel Angle (f) = 5° 5				
GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ	GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.166	1.319	0.959	0.425	2.537
Heel Angle (f) = 10° 10					Heel Angle (f) = 15° 15				
GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ	GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ
-0.330	2.598	1.802	0.736	4.805	-0.492	3.798	2.427	0.850	6.583
Heel Angle (f) = 20° 20					Heel Angle (f) = 25° 25				
GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ	GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ
-0.650	4.883	2.760	0.736	7.729	-0.803	5.819	2.760	0.425	8.201
Heel Angle (f) = 30° 30					Heel Angle (f) = 35° 35				
GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ	GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ
-0.951	6.578	2.427	0.000	8.055	-1.090	7.138	1.802	-0.425	7.424
Heel Angle (f) = 40° 40					Heel Angle (f) = 45° 45				
GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ	GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ
-1.222	7.481	0.959	-0.736	6.481	-1.344	7.596	0.000	-0.850	5.402
Heel Angle (f) = 50° 50					Heel Angle (f) = 55° 55				
GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ	GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ
-1.456	7.481	-0.959	-0.736	4.330	-1.557	7.138	-1.802	-0.425	3.354
Heel Angle (f) = 60° 60					Heel Angle (f) = 65° 65				
GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ	GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ
-1.646	6.578	-2.427	0.000	2.505	-1.723	5.819	-2.760	0.425	1.760
Heel Angle (f) = 70° 70					Heel Angle (f) = 75° 75				
GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ	GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ
-1.787	4.883	-2.760	0.736	1.072	-1.836	3.798	-2.427	0.850	0.384
Heel Angle (f) = 80° 80					Heel Angle (f) = 85° 85				
GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ	GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ
-1.872	2.598	-1.802	0.736	-0.340	-1.894	1.319	-0.959	0.425	-1.109
Heel Angle (f) = 90° 90									
GG' sin 1f	b ₁ sin 2f	b ₂ sin 4f	b ₃ sin 6f	GZ					
-1.901	0.000	0.000	0.000	-1.901					

Rekapitulasi perhitungan lengan
[Units : Metric]

PERHITUNGAN LENGAN DINAMIS (Ld feet.rad)

$$h = 5 / (180/\text{phi})$$

$$= 0.0873 \quad \text{radian}$$

karena jarak sudut yang dibuat 5°

$$LD\ 10^\circ = 1/3\ h\ (GZ0 + 4\ GZ5 + GZ10)$$

$$LD\ 20^\circ = 1/3\ h\ (GZ10 + 4\ GZ15 + GZ20)$$

$$LD\ 30^\circ = 1/3\ h\ (GZ20 + 4\ GZ25 + GZ30)$$

$$LD\ 40^\circ = 1/3\ h\ (GZ30 + 4\ GZ35 + GZ40)$$

L _D				
10°	20°	30°	40°	L _D Total
0.435	1.131	1.413	1.287	4.266

1 feet =	0.3048	m
----------	--------	---

Lengan Statis (GZ m)									
0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0.000	0.773	1.465	2.007	2.356	2.500	2.455	2.263	1.976	1.647
50	55	60	65	70	75	80	85	90	
1.320	1.022	0.763	0.537	0.327	0.117	-0.104	-0.338	-0.579	

Lengan Dinamis (L _D m.rad)					Sudut Maksimum		
10	20	30	40	L _D Total	GZ max	Kolom Ke-	Heel at GZ max
0.133	0.345	0.431	0.392	1.300	2.500	6	25

Titik					Hasil Perkalian Matrik				qmax Xo
X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	a	b	c	
20	25	30	2.356	2.500	2.455	-0.102	0.198	-0.004	26

Matrik			Invers Matrik		
1	20	400	15	-24	10
1	25	625	-1.1	2	-0.9
1	30	900	0.02	-0.04	0.02

Batasan Stabilitas Menurut IMO Resolution A. 749 (18)

e m . rad			GZ	qmax	GM ₀	
30°	40°	30° - 40°	30°	X°	feet	m
0.431	0.392	0.039	2.455	26	29.601	9.022

Kriteria IMO Regulation A. 749 (18)						Status
ε _{0,30} [°] > 0.055	ε _{0,40} [°] > 0.09	ε _{0,30,40} [°] > 0.03	h ₃₀ [°] > 0.2	f _{max} [°] > 25°	GM ₀ > 0.15	
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Roll Period [s]

$$\text{Period} = 0.79\ B / G'Mo^{1/2}$$

B	G'Mo	Period
57.021	31.502	8.026

second

PERHITUNGAN HARGA BARGE

International Convention Tonnage Measurement 1969

INPUT DATA :

Wst = Berat Baja (termasuk tangki)
 615.50 ton

Formula perhitungan:

Structural Cost

Pst = Wst x Cst
Cst= Harga baja per ton
 3,743.16 \$/Ton
Maka, Pst= 2,303,905.59 \$
Rp 29,029,210,462

Non-Weight Cost

Pnw= Pst x Cnw
Cnw= 10% ;asumsi
Maka, Pnw= 230,390.559 \$
Rp. 2,071,211,127.390

TOTAL COST =	2,534,296.15 \$
	Rp 31,932,131,508

1 US \$ = **Rp12,600.00**

(sumber: Bank BNI, Januari 2015)

Regresi Kurva Structural Cost

[Adapted from : Practical Ship Design , David G. M. Watson]

chapter 18.5 hal 514

Structural Cost			
X	Y	X	Y
446.11	4016.44	16000.00	1902.36
1000.00	3573.25	17000.00	1864.79
2000.00	3177.98	18000.00	1831.24
3000.00	2920.54	19000.00	1801.64
4000.00	2747.85	20000.00	1775.87
5000.00	2615.74	21000.00	1753.82
6000.00	2504.97	22000.00	1734.88
7000.00	2409.15	23000.00	1717.95
8000.00	2324.65	24000.00	1701.91
9000.00	2250.50	25000.00	1685.99
10000.00	2186.17	26000.00	1670.22
11000.00	2130.37	27000.00	1654.70
12000.00	2080.29	28000.00	1639.54
13000.00	2033.18	29000.00	1624.81
14000.00	1987.39	30000.00	1610.40
15000.00	1943.50	31000.00	1596.18
		31275.60	1592.27

Hasil Regresi :

Structural Cost

$$Y = a X^4 + b X^3 + c X^2 + d X + e$$

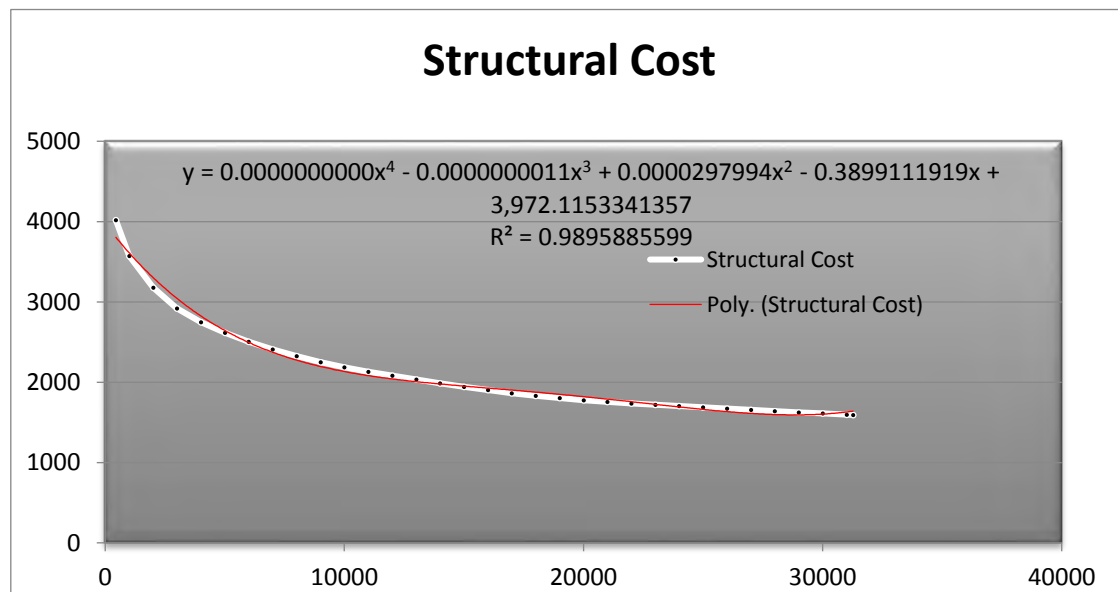
$$a = 0.0000000000$$

$$b = -0.0000000011$$

$$c = 0.0000297990$$

$$d = -0.3899111919$$

$$e = 3972.1153341357$$



KEBUTUHAN *OPERATIONAL CREW*

Jabatan	Jumlah	Deskripsi
<i>Captain</i>	1	Ketua Kapal
<i>Engineer</i>	2	Bertanggungjawab atas permesinan dan peralatan kapal
<i>Officer</i>	2	Bertanggungjawab atas administrasi kapal
<i>Chief cook</i>	3	Juru masak
Ass. Cook	2	Asisten juru masak
Pramusaji	2	Melayani dan menyajikan makanan sekaligus OB
<i>Electrician</i>	1	Bertanggungjawab atas kelistrikan kapal
<i>Oiler</i>	1	Bertanggungjawab atas kebutuhan oli kapal
<i>Operator</i>	1	Mengoperasikan peralatan pengolahan

15

BODY PLAN

TABLE OF WATER LINE (m)																									
WL	Station	AP	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	19.5	PP	
	WL 0 m	—	—	—	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	—	—	—	
	WL 1 m	—	—	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	8.304	
	WL 2 m	—	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	
	WL 3 m	—	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	
	WL 4 m	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	
	WL 5 m	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	
	WL 6 m	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	

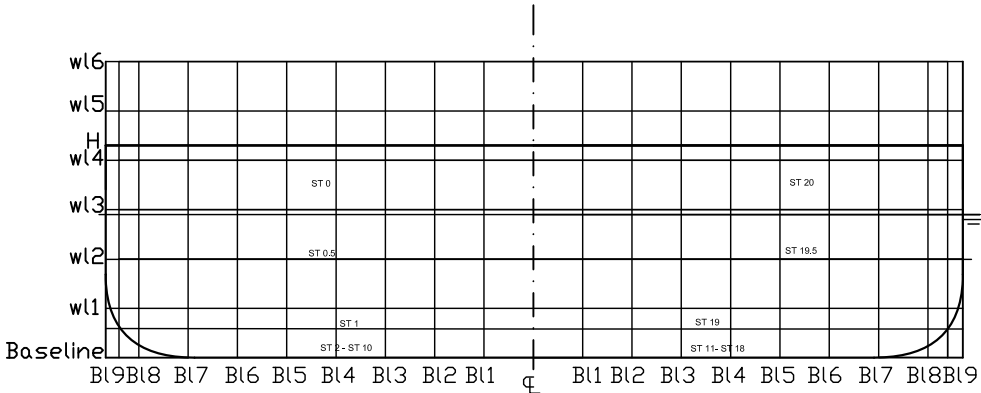
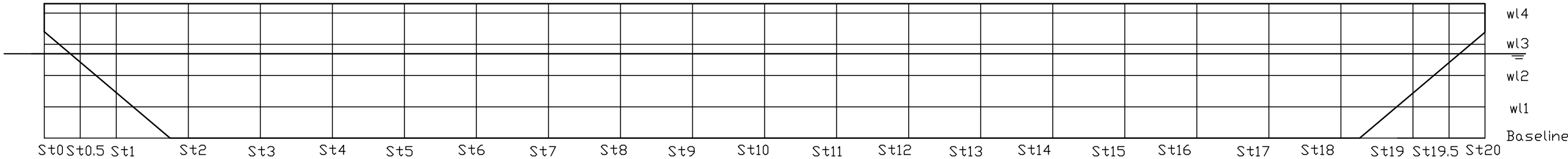
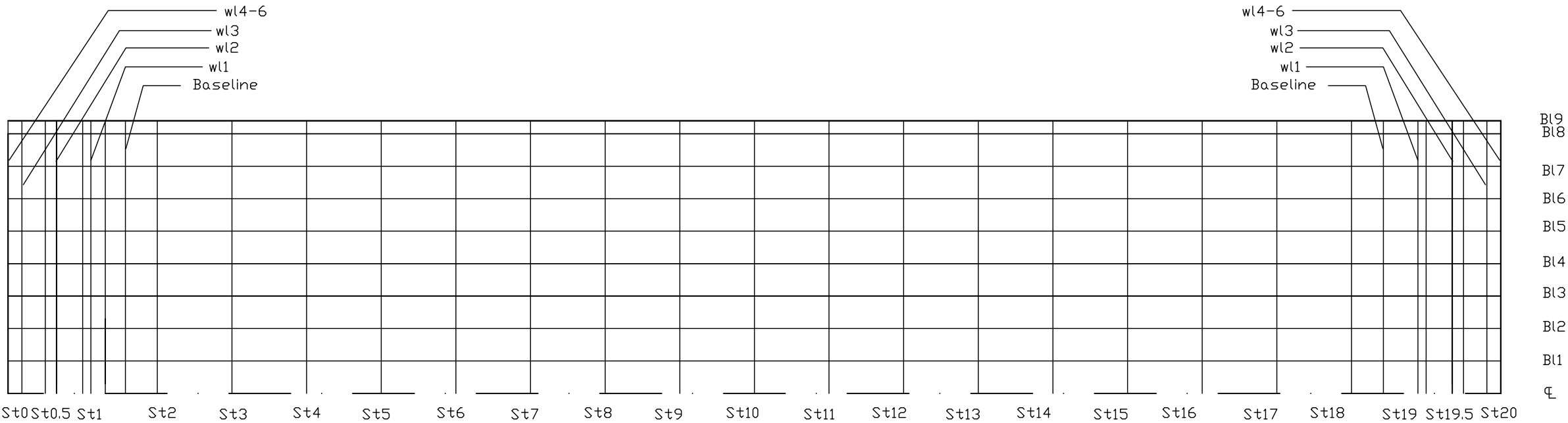


TABLE OF BUTTOCK LINE (m)																									
BL	Station	AP	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	19.5	PP	
	BL 0 m	3.405	1.992	0.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.58	1.992	3.405	
	BL 1 m	3.405	1.992	0.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.58	1.992	3.405	
	BL 2 m	3.405	1.992	0.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.58	1.992	3.405	
	BL 3 m	3.405	1.992	0.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.58	1.992	3.405	
	BL 4 m	3.405	1.992	0.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.58	1.992	3.405	
	BL 5 m	3.405	1.992	0.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.58	1.992	3.405	
	BL 6 m	3.405	1.992	0.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.58	1.992	3.405	
	BL 7 m	3.405	1.992	0.58	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.58	1.992	3.405	
	BL 8 m	3.405	1.992	0.58	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.58	1.992	3.405	
	BL 9 m	3.405	1.992	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.484	1.992	3.405	

SHEER PLAN

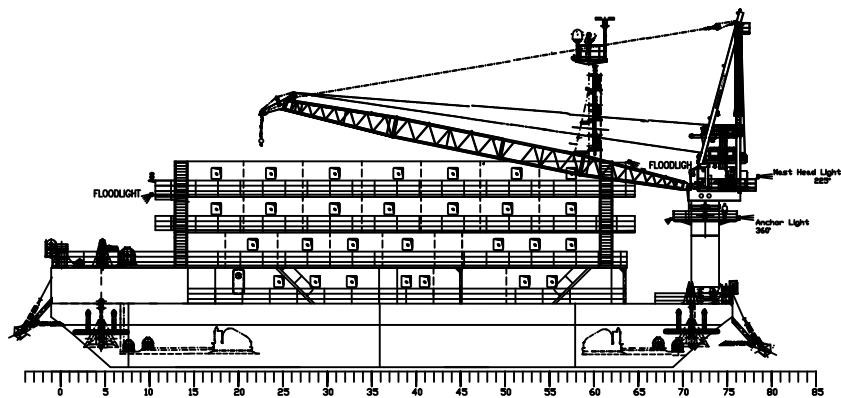


HALF BREADTH PLAN

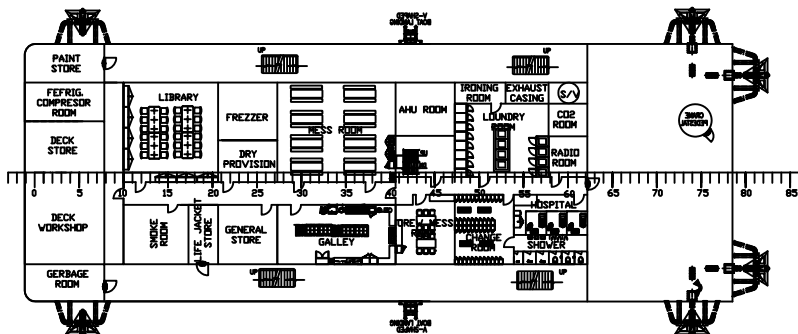


PRINCIPAL DIMENSION	
Type	Barge
Loa	46.00 m
Lpp	45.67 m
B	17.38 m
H	4.3 m
T	2.7 m
Cb	0.912

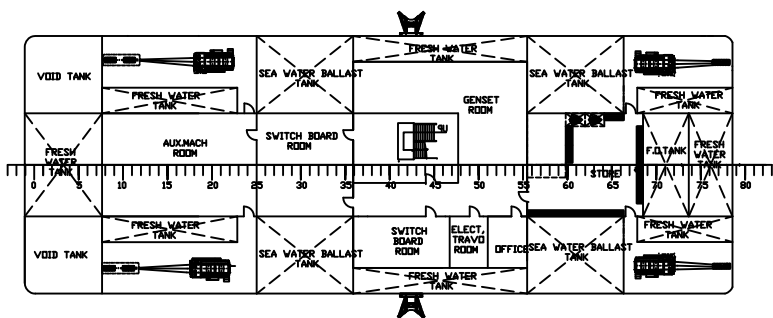
<div></div> <div>DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div>			
ACCOMMODATION BARGE			
LINES PLAN			
SCALE : 1 : 150	SIGNATURE	DATE	
DRAWN BY : Farouk Adliya Rahman			
APPROVED BY : Ir. Hesty Anlia Kurniawati, M.Sc.			NRP : 4110 100 002



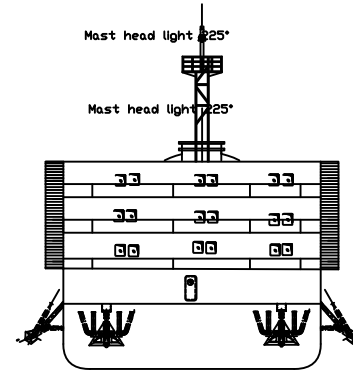
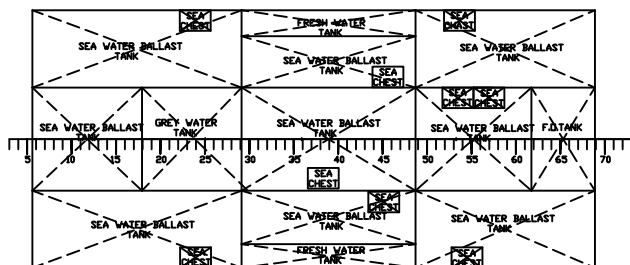
MAIN DECK



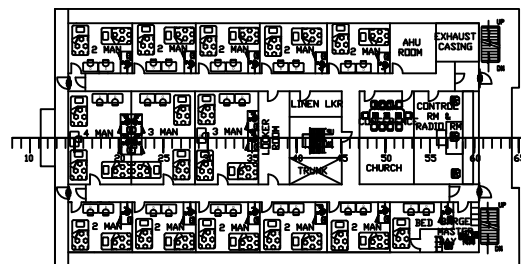
BELLOW MAIN DECK



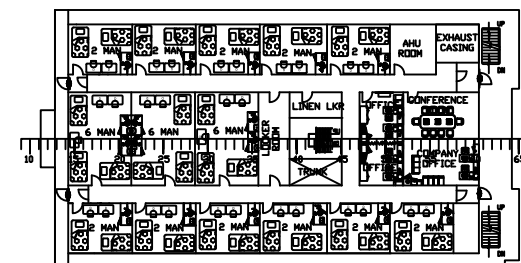
DOUBLE BOTTOM



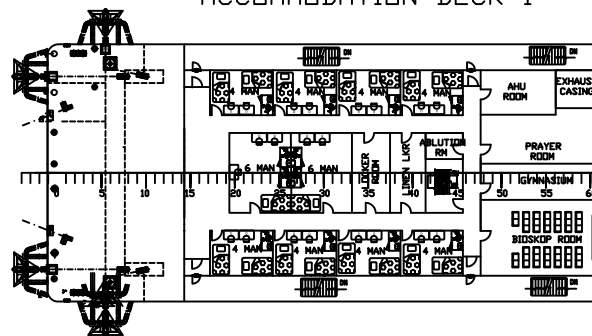
ACCOMMODATION DECK III




ACCOMMODATION DECK II

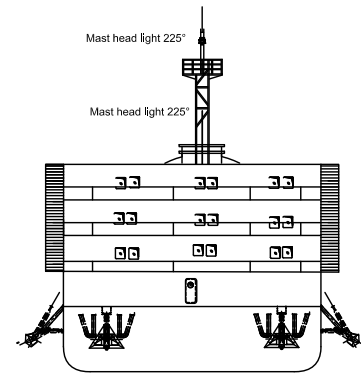


ACCOMMODATION DECK I

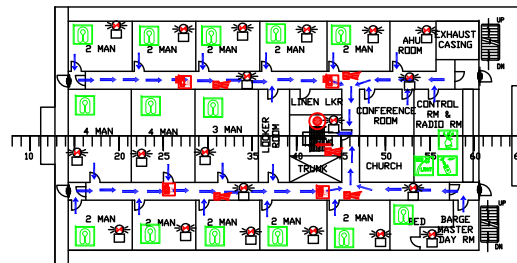


PRINCIPAL DIMENSION	
Type	Barge
Loa	46,00 m
Lpp	45,67 m
B	17,38 m
H	4,3 m
T	2,7 m
Cb	0,912

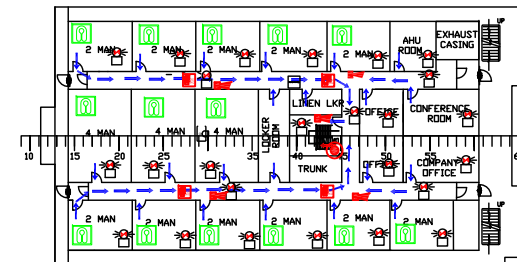
	DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING		
	FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY		
	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA		
ACCOMMODATION BARGE			
GENERAL ARRANGEMENT			
1:150	10/09/2020	OKS	
Fathuk Adhya Rahman			
Ir. Hesty Andia Kurniawan, M.Sc.			MPP 24110 100 002



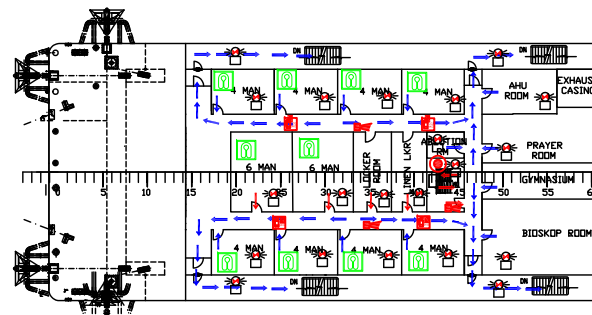
ACCOMMODATION DECK III

















ACCOMMODATION DECK II



ACCOMMODATION DECK I



LIFE SAVING EQUIPMENT			
SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION	QTY
	LIFEBUOY FITTED WITH 30m LIFELINE	MAIN DECK	8
	10 MEN INFLATABLE LIFERAFT	MAIN DECK	11
	FIRST AID KIT	MAIN DECK BELLOW MAIN DECK	1 1
	RADAR TRANSPONDER	NAVIGATION ROOM	1
	LIFE JACKET	MAIN DECK ACCOM. DECK 1 ACCOM. DECK 2 ACCOM. DECK 3	5 44 34 32
	2-WAY VHF RADIO TELEPHONE	NAVIGATION ROOM	1
	RED HAND FLARES	NAVIGATION ROOM	1
	MASTER POINT	MAIN DECK	1

FIGHTING EQUIPMENT			
SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION	QTY
	5 Kg DRY CO. FIRE EXTINGUISHER	MAIN DECK BELLOW MAIN DECK ACCOM. DECK 1 ACCOM. DECK 2 ACCOM. DECK 3	3 4 4 4 4
	FIREMAN'S AXE		9
	PUSH BUTTON FOR GENERAL ALARM	MAIN DECK BELLOW MAIN DECK ACCOM. DECK 1 ACCOM. DECK 2 ACCOM. DECK 3	2 1 1 1 1
	FLASHING LIGHT	MAIN DECK BELLOW MAIN DECK ACCOM. DECK 1 ACCOM. DECK 2 ACCOM. DECK 3	19 14 21 25 18
	SMOKE DETECTORS	MAIN DECK BELLOW MAIN DECK	2 2
	ALARM CABIN SOUNDER	MAIN DECK BELLOW MAIN DECK ACCOM. DECK 1 ACCOM. DECK 2 ACCOM. DECK 3	3 3 5 5 5
	PRIMARY ESCAPE ROUTE		

PRINCIPAL DIMENSION	
Type	Barge
Loa	46.00 m
Lpp	45.67 m
B	17.38 m
H	4.3 m
T	2.7 m
Cb	0.912

	DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA		
	<p align="center">ACCREDITED BARGE</p> <p align="center">SAFETY PLAN</p>		
SCALE : 1 : 100 DRAWN BY : Fauziah Adhika Rahman APPROVED BY : Ir. Hesty Andha Kurniawati, M.Sc.	REVIEWED BY : DATE :	NO : DATE :	REF : 14110 100-002



BIOGRAFI PENULIS

Farouk Aditya Rahman lahir di Gresik, 16 Juli 1992. Menjalani wajib belajar Sembilan tahun pada 1998-2004 di MI Al-Khoiriyah I Dalegan, kemudian melanjutkan pendidikannya di SMPN 1 Sidayu pada 2004-2007 dan melanjutkan pendidikannya lagi di SMAN 1 Sidayu hingga 2010. Setelah lulus SMA, mengikuti pendaftaran kuliah melalui PMDK dan diterima di Jurusan Teknik Perkapalan FTK-ITS.

Saat duduk di bangku sekolah menengah tidak pernah mengenal yang namanya organisasi. Namun setelah kuliah di ITS, setelah mengikuti kaderisasi di kampus perjuangan tersebut, mulai mengenal organisasi. Menjadi staff departemen Dalam Negeri HIMATEKPAL periode 2011-2012 dan anggota dakwah jurusan Teknik Perkapalan (Assafinah) periode 2010-2011 dan 2011-2012.

Selain organisai, saat kuliah juga mengikuti beberapa kepanitiaaan kegiatan antara lain anggota sub kegiatan HSC SAMPAN 5 Perkapalan (2010) dan Hydroceon (2011), Anggota OC HIMATEKPAL (2011-2012), OC GERIGI ITS (2011), panitia Pemilihan Ketua Himpunan (2012). Juga beberapa pelatihan yang pernah diikuti seperti PKTI (2010), LKMM Pra TD FTK ITS (2010).

Email: faroukdalegan@gmail.com

ade.its02@gmail.com